

# CIENCIA

Revista hispano-americana de  
Ciencias puras y aplicadas

PUBLICACION DEL  
PATRONATO DE CIENCIA

## SUMARIO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Págs. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Etología y paleontología de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae)</i> , por GONZALO HALFFTER                                                                                                                                                                                        | 165   |
| <i>2-nitroso-1-naftol como indicador de procesos enzimáticos. II</i> , por LAWRENCE S. MALOWAN                                                                                                                                                                                           | 179   |
| <i>Variación de la entropía del huevo durante su incubación. III</i> , por LUIS LEGRESTI y A. ORIOL ÁNGUERA                                                                                                                                                                              | 181   |
| <i>Límites de identificación química y organoléptica de rancidez oxidativa en mantequillas, por el método del ácido 2 tiobarbitúrico</i> , por MARIO RAMOS CORDOVA y LUIS FELIPE CONTRERAS                                                                                               | 185   |
| <i>Estudio comparado de la acción de varias radiaciones y de los ultrasonidos sobre las esporas de Rhizopus nigricans</i> , por MANUEL TAGÜESA                                                                                                                                           | 189   |
| <i>Contenido de boro total y asimilable en los suelos cañeros de la República Mexicana</i> , por MANUEL RAZO FLORES y HÉCTOR MAYAGOITIA D.                                                                                                                                               | 197   |
| Noticias: Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la UNESCO.—Primer Congreso Sudamericano de Zoología.—Exposición del libro y de la prensa en París.—Nuevas revistas científicas internacionales.—Homenaje a varios profesionistas mexicanos en Salud Pública.—Crónica de países | 204   |
| <i>Alimentos sintéticos</i> , por H. SCHMIDT HEBBEL                                                                                                                                                                                                                                      | 207   |
| <i>Miscelánea: Concesión del Premio Nobel de Medicina al Dr. Severo Ochoa</i>                                                                                                                                                                                                            | 211   |
| Libros nuevos                                                                                                                                                                                                                                                                            | 221   |
| Libros recibidos                                                                                                                                                                                                                                                                         | 226   |
| Revista de revistas                                                                                                                                                                                                                                                                      | 227   |
| Lám. II. El Dr. Severo Ochoa, premio Nobel 1959.                                                                                                                                                                                                                                         |       |

# CIENCIA

REVISTA HISPANO-AMERICANA DE CIENCIAS PURAS Y APLICADAS

DIRECTOR FUNDADOR  
IGNACIO BOLIVAR Y URRUTIA

DIRECTOR  
C. BOLIVAR Y PIETAIN

REDACCION  
MANUEL SANDOVAL VALLARTA  
RAFAEL ILLESCAS FRISBIE

HONORATO DE CASTRO  
ANTONIO GARCIA ROJAS

FRANCISCO GIRAL, VICEDIRECTOR  
ALFREDO SANCHEZ-MARROQUIN

## CONSEJO DE REDACCION

ALVAREZ, PROF. JOSE. México.  
ASUNJO, DR. CONRADO F., San Juan, Puerto Rico.  
BACIGALUPO, DR. JUAN. Buenos Aires, Argentina.  
BAMBAREN, DR. CARLOS A. Lima, Perú.  
BARGALLÓ, PROF. MODESTO. México.  
BJARANO, DR. JULIO. México.  
BELTRAN, DR. ENRIQUE. México.  
BOLIVAR, PROF. JOSE IGNACIO. México.  
BONET, DR. FEDERICO. México.  
BOSCH GIMPERA, DR. PEDRO. México.  
BRAVO AHUJA, ING. VICTOR. México.  
BUÑO, DR. WASHINGTON. Montevideo, Uruguay.  
BUTTY, ING. ENRIQUE. Buenos Aires, Argentina.  
CABALLERO, DR. EDUARDO. México, D. F.  
CABRERA, PROF. ANGEL. La Plata, Argentina.  
CABRERA, PROF. ANGEL LULIO, La Plata, Argentina.  
CARDENAS, DR. MARTIN. Cochabamba, Bolivia.  
COLLAZO, DR. JUAN A. A. Montevideo, Uruguay.  
COSTA LIMA, PROF. A. DA. Río de Janeiro, Brasil.  
COSTERO, DR. ISAAC. México.  
CRAVIOTO, Q. B. P. RENE O. México.  
CRUZ-COKE, DR. EDUARDO. Santiago de Chile, Chile.  
CUATRECASAS, PROF. JOSE. Washington, D. C.  
CHAGAS, DR. CARLOS. Río de Janeiro, Brasil.  
CHAVEZ, DR. IGNACIO. México.  
DEULOFEU, DR. VENANCIO. Buenos Aires, Argentina.  
DOMINGO, DR. PEDRO. La Habana, Cuba.  
ERDOS, ING. JOSE. México.  
ESCUDEIRO, DR. PEDRO. Buenos Aires, Argentina.  
ESTABLE, DR. CLEMENTE. Montevideo, Uruguay.  
ESTEVEZ, DR. CARLOS. Guatemala, Guatemala.  
FLOKKIN, PROF. MARCEL. Lieja, Bélgica.  
FONSECA, DR. FLAVIO DA. São Paulo, Brasil.  
GALLO, ING. JOAQUIN. México.  
GIRAL, DR. JOSE. México.  
GONCALVES DE LIMA, DR. OSWALDO. Recife, Brasil.  
GONZALEZ HERREJON, DR. SALVADOR. México.  
GROFF, DR. CARLOS. México.  
GUZMÁN BARRÓN, DR. A. Lima, Perú.  
HAHN, DR. FEDERICO L. México.  
HARO, DR. GUILLERMO. Tonantzinilla, México.  
GUZMAN, ING. EDUARDO J. México.  
HEIM, PROF. ROBERT. París.  
HERNANDEZ CORZO, DR. RODOLFO. México.  
HOFSTETTER, DR. ROBERT. París.  
HORMACHEA, DR. ESTENIO. Montevideo, Uruguay.  
HOPE, ING. PABLO H. México.  
HOUSSEY, PROF. B. A. Buenos Aires, Argentina.

HUBBS, PROF. C. La Joya, California.  
IZQUIERDO, DR. JOSE JOAQUIN. México.  
KOPFISCH, DR. ENRIQUE. Puerto Rico.  
KUHN, PROF. DR. RICHARD. Heidelberg, Alemania.  
LASNIER, DR. EUGENIO P. Montevideo, Uruguay.  
LENT, DR. HERMAN. Río de Janeiro, Brasil.  
LUSCHUTZ, DR. ALEJANDRO. Santiago de Chile, Chile.  
LECO, DR. J. V. Santiago de Chile, Chile.  
MACHADO, DR. ANTONIO DE B. Dundo, Angola.  
MADRADO, DR. MANUEL F. México.  
MADRADO G., QUIM. MANUEL. México.  
MALDONADO-KOERDELL, DR. MANUEL. México.  
MARQUEZ, DR. MANUEL. México.  
MARTINEZ BAEZ, DR. MANUEL. México.  
MARTINEZ DURAN, DR. CARLOS. Guatemala.  
MASSIEU, PROF. GUILLERMO. México.  
MEDINA PERALTA, ING. MANUEL. México.  
MIRANDA, DR. FAUSTINO. México.  
MONGE, DR. CARLOS. Lima, Perú.  
MURILLO, PROF. LUIS MARIA. Bogotá, Colombia.  
NIETO, DR. DIONISIO. México.  
NOVELLI, PROF. ARMANDO. La Plata, Argentina.  
OCHOA, DR. SEVERO. Nueva York, Estados Unidos.  
ORIOL ANGIERA, DR. ANTONIO. México.  
OSORIO TAFALL, PROF. B. F. Jakarta, Java.  
PARODI, ING. LORENZO R. Buenos Aires, Argentina.  
PATIÑO CAMARGO, DR. LUIS. Bogotá, Colombia.  
PELLAEZ, PROF. DIONISIO. México.  
PEREZ VITORIA, DR. AUGUSTO. París.  
PERRIN, DR. TOMAS G. México.  
PI SUÑER, DR. AUGUSTO. Caracas, Venezuela.  
PI SUÑER, DR. SANTIAGO. Panamá.  
PRADOS SUCHI, DR. MIGUEL. Montreal, Canadá.  
PRIEGO, DR. FERNANDO. México.  
PUCHE ALVAREZ, DR. JOSE. México.  
PUENTE DUANY, DR. NICOLAS. La Habana, Cuba.  
RIOJA LO BIANCO, DR. ENRIQUE. México.  
ROSENBLUTH, DR. ARTURO. México.  
ROYO Y GOMEZ, DR. JOSE. Caracas, Venezuela.  
RUZ CASTAÑEDA, DR. MAXIMILIANO. México.  
SANDOVAL, DR. ARMANDO M. México.  
SOMOLINOS D'ARBOIS, DR. GERMAN. México.  
TRIAS, DR. ANTONIO. Bogotá, Colombia.  
TUXEN, DR. SÖREN L. Copenhague, Dinamarca.  
VARELA, DR. GERARDO. México.  
VILLELA, DR. G. Río de Janeiro, Brasil.  
WYGODZINSKI, DR. PEDRO. Tucumán, Argentina.  
ZAPPI, PROF. E. V. Buenos Aires, Argentina.

## PATRONATO DE CIENCIA

PRESIDENTE  
ING. EVARISTO ARAIZA

VICEPRESIDENTE  
LIC. CARLOS PRIETO

VOCALES

DR. IGNACIO GONZALEZ GUZMAN  
ING. LEON SALINAS

ING. RICARDO MONGES LOPEZ  
SR. EMILIO SUBERBIE

ING. GUSTAVO P. SERRANO  
DR. SALVADOR ZUBIRAN

---

# VITAERGON

TONICO BIOLOGICO COMPLETO

ALTO CONTENIDO EN  
VITAMINAS  
ESENCIALES



COMPLEMENTO  
ALIMENTICIO

Reg. Núm. 22762 S. S. A.

HECHO EN MEXICO

Prop. Núm. 19683 S. S. A.

Presentación: Frascos con un contenido de 250 c. c.

PRODUCTO DE GARANTIA PREPARADO POR

INDUSTRIAS QUIMICO-FARMACEUTICAS AMERICANAS, S. A.

AV. B. FRANKLIN 38-42

TACUBAYA, D. F.

---

---

## CIENCIA

*Toda la correspondencia y envíos referentes a la Revista diríjanse a:*

Sr. Director de "Ciencia"  
Apartado postal 21033  
México 1, D. F.

Anunciantes en este número de *Ciencia*:

*Lista de anunciantes — List of Advertisers — Liste des annonceurs*

*Verzeichnis der Inserenten*

Bezaury, S. A., México.

Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey.

Editorial Dr. W. Junk, La Haya.

Editorial Masson & Cie. París.

Iqfa, Industrias Químico-Farmacéuticas Americanas, S. A.,  
México.

Librería Internacional, S. A., México.

Labs. Dr. Zapata, S. A., México.

Productos DDT, S. A., de la Casa J. R. Geigy, S. A., de  
Basilea.

Proveedor Científico, S. A., México.

Zoological Record, Londres.

---

Aviso importante: En las citas bibliográficas de la Revista *Ciencia* debe ponerse siempre *Ciencia, Méx.*, que es la abreviatura acordada internacionalmente.

---

---

---

# TRATADO DE ZOOLOGIA

(Edit. Masson & Cie., 120, Boul. Saint Germain, Paris VI).

## Lista completa de los Volúmenes aparecidos (últimos precios):

### TOMO I. — Protozoos.

Fasc. I. Filogenia - Generalidades-Flagelados. 1952. 1.071 págs., 830 figs. 1 lám. col.  
En rústica 8.640 fr. Encuadernado 9.215 fr.

Fasc. II. Rizópodos y Esporozoarios. 1953. 1.142 págs. 831 figs. 2 láms. col.  
En rústica 9.215 fr. Encuadernado 9.935 fr.

TOMO VI.—Onicóforos · Tardigrados · Artrópodos (*Generalidades*), Trilobitomorfos · Queliceros - 1949. 980 págs., 870 figs., 4 láms. col. En rústica 6.720 fr. Encuadernado 7.295 fr.

TOMO IX. — Insectos (*Paleontología, Geonemia, Apterigotos, Insectos inferiores y Coleópteros*) 1949. 1.118 págs., 752 figs., 3 láms. col. En rústica 6.910 fr. Encuadernado 7.490 fr.

TOMO X. — Insectos superiores y Hemipteroides (2 fascículos). 1951.

Fasc. I. 976 págs., 905 figs., 5 láms. col. En rústica 6.720 fr. Encuadernado 7.295 fr.

Fasc. II. 974 págs., 743 figs., 1 lám. col. En rústica 6.720 fr. Encuadernado 7.295 fr.

TOMO XI. — Equinodermos · Estomocordados · Procordados. 1948. 1078 págs., 993 figs.  
En rústica 6.910 fr. Encuadernado 7.490 fr.

TOMO XII. — Vertebrados: Embriología · Anatomía comparada · Características bioquímicas 1954. 1145 págs., 773 figs. En rústica 9.800 fr. Encuadernado 10.530 fr.

TOMO XV. — Aves. 1950. 1164 págs., 743 figs., 3 láms. col.  
En rústica 7.200 fr. Encuadernado 7.775 fr.

TOMO XVII. — Mamíferos. Los órdenes · Anatomía · Etología · Sistemática.

Fasc. I. 1955. 1.170 págs. 1.094 figs. En rústica 11.000 fr. Encuadernado 11.800 fr.

Fasc. II. 1955. 1.130 págs. 1.012 figs., 4 láms. col.  
En rústica 11.000 fr. Encuadernado 11.800 fr.

---

---

## BOLETIN DEL CENTRO DE DOCUMENTACION CIENTIFICA Y TECNICA DE MEXICO

Secretaría de Educación Pública

Plaza de la Ciudadela 6, México 1, D. F.

Presenta las referencias bibliográficas de los trabajos publicados en las 2,500 revistas científicas recibidas por el Centro, que proceden de todos los países, en todos los idiomas y cubren todos los campos de las ciencias puras y aplicadas. Se divide en 5 grandes secciones:

- I.—Matemáticas, Astronomía y Astrofísica, Física, Geología, Geofísica y Geodesia.
- II.—Ingeniería.
- III.—Química.
- IV.—Medicina.
- V.—Biología, Agricultura, Zootecnia e Industria de la Alimentación.

Es la única publicación de su género en lengua castellana, destinada principalmente a mantener informados a los científicos latinoamericanos de los progresos de su especialidad, e indispensable para el conocimiento de la contribución científica de América Latina, proporcionando resúmenes analíticos en inglés de los trabajos publicados en ella.

Aparece mensualmente. Precio de la suscripción anual:

|                                   | Mon. Méx. | Dólares EE. UU. |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|
| Las 5 secciones en un sólo cuerpo | 80.00     | 7.00            |
| Las 5 secciones por separado      | 100.00    | 8.00            |
| Cada sección aisladamente         | 25.00     | 2.00            |

---



---

# POLIMIXINA

UN NUEVO ANTIBIOTICO INYECTABLE

## FORMAS DE PRESENTACION:

### FRASCOS AMPULA DE:

20 mg (200 000 U) de Sulfato de Polimixina B

50 mg (500 000 U) de Sulfato de Polimixina B

Reg. Núm. 41153 S. S. A.

Acción bactericida para la mayoría de los microorganismos gram negativos: *Escherichia coli*, *Shigella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aerobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hemophilus influenzae*.

Dosis: Intramuscular: La dosis diaria debe de ser de 1.5 mg (15 000 U) a 2.5 mg (25 000 U) por Kg de peso.

## CAPSULAS

### FRASCOS DE 12 CAPSULAS

Contiene por cápsula:

Sulfato de Polimixina B..... 25 mg (250 000 U)

Excipiente c. b. p..... 1 cápsula

Reg. Núm. 40870 S. S. A.

Indicaciones: Infecciones intestinales producidas por microorganismos gram negativos.

Dosis: Adultos: 75 a 100 mg cuatro veces al día. Niños de 2 a 5 años: 50 a 75 mg tres veces al día.

Prop. Núm. A-6351/54. S. S. A.

## LABORATORIOS DR. ZAPATA, S. A.

Calzada de Azcapotzalco a la Villa

Apartado Postal 10274

27-75-04 27-77-88

México, D. F.

---



# PRODUCTOS D. D. T., S. A.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

DE

**J. R. GEIGY, S. A.**

BASILEA (SUIZA)

INVITA A CAMPOS EXPERIMENTALES, INVESTIGADORES, UNIVERSIDADES Y OTRAS INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA A INCLUIR EN SU PROGRAMA DE TRABAJO PARA 1960 LAS SIGUIENTES

## TRIAZINAS

Nuevos herbicidas selectivos

## SIMAZIN

Para maíz, sorgo, piña, vid, caña de azúcar, frutales, etc.

## ATRAZIN

Mismo campo de acción que el SIMAZIN, en condiciones de menor humedad

## TRIAZIN

Verduras

## METOXIPROPAZIN

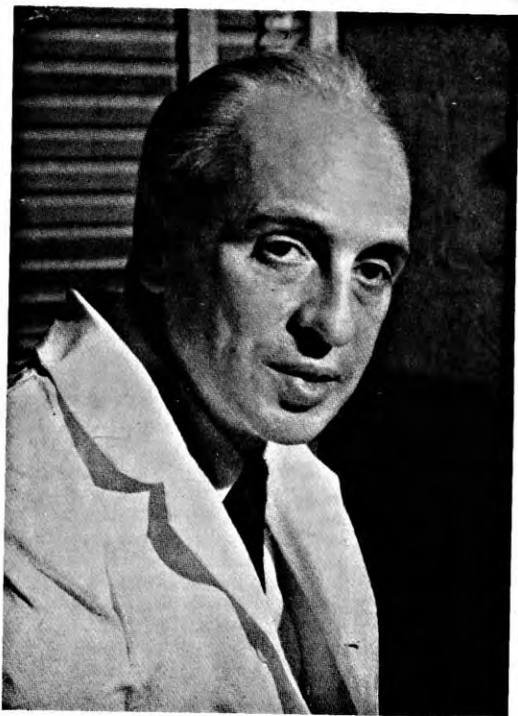
Herbicida total

ESCRIBA INDICANDO PLANES DE TRABAJO, PROPOSITOS Y MEDIOS DE EXPERIMENTACION

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BIOLOGICOS

**Productos D. D. T., S. A.**

FRESNO N° 301 — MEXICO 4, D. F.



**DR. SEVERO OCHOA PREMIO NOBEL 1959**

El Prof. Severo Ochoa de Albornoz, nacido en Luarca (Asturias) y hoy Profesor de la Universidad de Nueva York, ha sido designado por el Real Instituto Carolino de Medicina de Fisiología de Estocolmo, como Premio Nobel para 1959 en esas disciplinas. Ha merecido una mención especial por "descubrir el mecanismo de la síntesis biológica de los ácidos ribonucleicos (RNA) y desoxirribonucleicos (DNA)"; esta última, estrechamente relacionada con la primera, fue debida al Dr. Arthur Kornberg ganador del Premio Nobel en unión del Dr. Ochoa. La importancia fundamental de estos estudios, es por la estrecha relación que el DNA tiene con los procesos vitales, la reproducción y la herencia, ya que los genes parecen estar formados por porciones de la molécula de DNA. Fue básico para la biosíntesis el hallazgo anterior de Ochoa (1955) de una enzima que determina la producción de RNA de las moléculas más sencillas de una bacteria. Esta y otras investigaciones precedentes, hacen del Dr. Ochoa uno de los mejores bioquímicos existentes, y la Revista "CIENCIA", de cuyo Consejo editorial forma parte, se complace en rendirle público homenaje de admiración y respeto.



# CIENCIA

REVISTA HISPANO-AMERICANA DE CIENCIAS PURAS Y APLICADAS

DIRECTOR FUNDADOR:  
IGNACIO BOLIVAR Y URRUTIA †

DIRECTOR:  
C. BOLIVAR Y FIELTAIN

REDACCION:  
MANUEL SANDOVAL VALLARTA  
RAFAEL ILLESACA FRISBIE

FRANCISCO GIRAL, VICEDIRECTOR  
ALFREDO SANCHEZ - MARROQUIN

HONORATO DE CASTRO  
ANTONIO GARCIA ROJAS

VOL. XIX  
NUMS. 8-10

PUBLICACION MENSUAL DEL  
PATRONATO DE CIENCIA

MEXICO. D. F.  
PUBLICADO: 25 NOVIEMBRE 1958

PUBLICADA CON LA AYUDA ECONOMICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA  
Y DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL DE MEXICO  
REGISTRADA COMO ARTICULO DE 2a. CLASE EN LA ADMINISTRACION DE CORREOS DE MEXICO. D. F. CON FECHA 24 DE OCTUBRE, 1947

## La Ciencia moderna

### ETOLOGIA Y PALEONTOLOGIA DE SCARABAEINAE (Coleoptera, Scarabaeidae)

por

GONZALO HALFFTER,

Laboratorio de Zoología y Paleontología,  
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N.  
México, D. F.

Este estudio fue concebido, originalmente, como una revisión y síntesis de los datos dispersos que sobre etología y paleontología de Canthonides (Scarabaeinae-Scarabaeini) se encuentran en la bibliografía. La etología de esta subtribu había sido objeto de algunas recopilaciones anteriores (principalmente: Paulian, 1938-39; Paulian, 1943; Pereira y Martínez, 1956; sin embargo, quedaban muchas observaciones dispersas, que había que reunir y relacionar.

En el transcurso del trabajo se pudo apreciar que, en todo lo relativo a la alimentación, no era conveniente separar los conocimientos fragmentarios referentes a los Canthonides de la información correspondiente a otras subtribus de Scarabeini, Coprini y Onthophagini. Sólo incluyendo todos los datos en un conjunto, se podía explicar una serie de fenómenos, que si no quedaban como meras observaciones fragmentarias. Por esta razón, se decidió estudiar los hábitos alimenticios y sus implicaciones ecológicas, en la subfamilia Scarabaeinae, aunque haciendo especial hincapié en la subtribu Canthonides.

No se incluye en esta revisión el estudio del desarrollo y los hábitos de nidificación, ya que

en estos aspectos es poco lo que se puede aportar de nuevo.

Con especial cuidado, y en relación con todo el conjunto de los Scarabaeidae-Laparosticti, se han reunido todas las citas que tienen importancia parasitológica y económica.

#### ETOLOGÍA

Dentro de la etología de la subfamilia, posiblemente la característica más importante y que determina muchas otras particularidades de los hábitos de vida, es el tipo de alimentación. De un modo general, los Scarabaeinae viven de excrementos de mamíferos; sin embargo, son muchas las adaptaciones particulares que se separan de este marco alimenticio. A continuación se examinan las formas más divergentes del tipo general, para más tarde estudiar la etología de las formas que pueden considerarse como típicas.

*Parasitismo.*—Para seguir el criterio de autores anteriores, se consideran "parásitos" aquellos Scarabaeinae que viven constante o usualmente sobre otro animal. En realidad, la inmensa mayoría de los ejemplos que siguen no

son parásitos verdaderos, sino comensales-foréticos, ya que no ocasionan ningún daño a su huésped.

*Ectoparásitos de mamíferos*.—E. Garbe, en 1921, observó en Itaituba, Río Tapajoz (Pará), ejemplares de *Canthon quadriguttatus* (Olivier) viviendo sobre *Alouatta* sp.; parece tratarse de una asociación temporal, pues los escarabajos se encontraron en la vecindad del ano, y este *Canthon* se ha colectado otras veces sobre excrementos. Pereira y Martínez (1956: 92) citan *Canthon hyalinus* Harold colectados sobre *Callicebus brunneus* Wagner, capturados en X-1953 en Porto Velho (Guaporé); en Cachimbo (Sur de Pará), los autores mencionados recogieron varias informaciones sobre la frecuencia con que se encuentran escarabajos en macacos capturados en esa región. Según los mismos autores, *Glaphyrocantion proserni* Martínez se encuentra sobre *Tapirus terrestris* (Linneo). Los casos de ectoparasitismo mencionados no son únicos dentro de los Scarabaeinae. Fuera de la subtribu Canthonides, en América, *Uroxys gorgon* Arrow se presenta sobre *Bradypus griseus* (Gray) en Costa Rica, y *Trichillum bradyporum* Boucomont sobre *Bradypus* sp. en Costa Rica y Perú. Fuera de América, el género *Macropocopris* Arrow de Australia, presenta numerosas especies viviendo sobre canguros.

¿Cuál es la relación entre estos Scarabaeinae y sus huéspedes? *Macropocopris peramelinus* Lea, vive también en el nido de su huésped; los otros no han sido encontrados más que sobre la piel, alrededor del cuello (*Uroxys*), en la región anal (*Trichillum*). Las larvas viven en el suelo, en excrementos o restos orgánicos. Los *Macropocopris* (Paulian, 1943: 246) muestran las uñas con una profunda incisión en su base, lo que permite al escarabajo asirse sólidamente a los pelos del huésped; los demás Scarabaeinae no presentan ninguna modificación estructural.

*Endoparásitos de mamíferos*.—Se han mencionado casos de "escarabiasis" provocados por Scarabaeinae. Riley y Johannsen, 1938: 165-166 citan *Onthophagus bifasciatus* y *Caccobius mutans* como causa de diarreas en niños de Ceilán y Bengala; se supone que los escarabajos entraron por la abertura anal, mientras los niños decedían.

*Parásitos de moluscos*.—*Zonocopris gibbicollis* (Harold), Dichotomides sudamericano, se

encuentra en el interior de los gasterópodos terrestres: *Bulimus haematostoma* y *B. (Strophochilus) oblongus* Müll. Pueden colectarse hasta una docena de ejemplares en cada caracol, sin que éste parezca molesto por sus huéspedes que se alimentan del moco y productos de deyección.

*Predatismo*.—Según Pereira y Martínez (1956: 93) *Canthon dives* Harold y *C. vivens* Mannerheim fueron encontrados muchas veces atacando las hembras de *Atta* sp. en la época del desove. *Deltochilum kolbei* Paulian ataca *Diplopoda*.

La primera especie ya había sido mencionada por Borgmeier (1937: 117) como predador de las hembras de *Atta laevigata* Smith. Ritcher (1958: 325) cita *Canthon deplanatus* var. *fastuosus* Harold del Brasil, como predador de las hembras de *Atta* sp., usando el cuerpo muerto de la hormiga en la fabricación de la pelota dentro de la cual la larva del *Canthon* se desarrolla. El mismo autor menciona *Canthon conformis* y *Canthidium* sp. como predadores ocasionales de estas hormigas.

*Mirmecofilia*.—Entre el gran número de coleópteros que vive en los hormigueros, se encuentra una buena representación de distintos grupos de Scarabaeidae (véase Paulian, 1943: 261 y sigs.; Ritcher, 1958: 325). Dentro de los Canthonides americanos, *Pseudepilissus lunatus* (Schmidt) vive en las galerías de *Acromyrmex ambiguus* Forel en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Pereira y Martínez, 1956: 93). *Deltochilum scabriusculum* Bates ha sido encontrado en nidos de *Atta* sp. de México (Hinton y Ancona). Los ejemplos anteriores corrigen la afirmación de Paulian (1938: 39: 227) de que no hay Canthonides en nidos de hormigas. Dentro de otros grupos de Scarabaeinae, son muchos los géneros que contienen especies asociadas a este habitat. En América, *Uroxys dilaticollis* (Blanchard), *Onthocharis bonariensis* (Bruch) y varias especies de *Ontherus* Erichson viven en nidos de *Acromyrmex*; *Onthophagus rufescens* Bates ha sido colectado en nidos de *Pogonomyrmex* en México (Howden, Cartwright y Halffter, 1956: 12). Entre los Scarabaeinae no americanos, los siguientes géneros tienen tendencias mirmecófilas muy acentuadas en la mayoría de sus especies: *Haroldius* Boucomont, *Afroharoldius* Janssens, *Ponerotrogus* Silvestri, *Megaponerophilus* Janssens y *Alloceus* Boucomont. Entre los grupos cercanos a los Scarabaeinae, los Aphodiinae presentan gran número de especies asociadas con nidos de hor-

<sup>2</sup> Siempre que no se indica la procedencia de una observación, es por haber sido repetida por numerosos autores e incorporada a la bibliografía del grupo.



migas, muchas de ellas viviendo en los materiales orgánicos o desperdicios que se acumulan en los nidos de *Atta* (Hinton, 1934: 28; Hinton, 1935: 307-316; Hinton, 1938: 126; Martínez, 1953: 80). Dentro de los Aphodiinae la tribu de los Corythoderini no tienen en el adulto, labro y mandíbulas, estando las maxilas y el labio fuertemente reducidos (Paulian, 1943: 268) como una adaptación a la vida en el hormiguero, en este caso a la regurgitación.

**Asociación con nidos.**—*Tetraechma sanguineomaculata* Blanchard (según Pereira y Martínez, 1956: 108) ha sido encontrada en las cuevas de *Lagostomus m. maximus* (Demarest) en la zona central de Argentina; en el exterior, esta especie de Canthonides sólo se ha colectado sobre excrementos de *Lagostomus*, junto con *Dichotomius bosquii* (Pereira) de la subtribu Dichotomides. Algunos otros Scarabaeinae presentan, también, relación con los nidos. En 1956, Howden, Cartwright y Halffter estudian las especies norteamericanas de *Onthophagus* asociadas con este habitat y con cuevas, presentando la siguiente relación: *O. polyphemi* Hubbard colectado tan sólo en madrigueras de la "tortuga de tierra" de Florida (*Gopherus polyphemus*); *O. orpheus* Panzer, normalmente presente en estiércol y excremento humano, colectado en una madriguera de marmota; *O. cynomysi* Brown colectado en madriguera del "perro de las praderas" (*Cynomys ludovicianus* Ord.); *O. hippopotamus* Harold colectado en los nidos de tuza (*Cratogeomys merriami merriami* (Thomas) junto con dos especies de Aphodiinae; y una especie nueva de *Onthophagus* no descrita, encontrada en nidos de *Neotoma* y probablemente de *Cathartes*. Además de los antes mencionados, los siguientes Scarabaeinae viven asociados a nidos: *Copris gopheri* Hubbard, en las madrigueras de la "tortuga de tierra" de Florida, y *Onthophagus floridanus* Blatchley, huésped casual de las madrigueras de *Geomys* en Florida (Hubbell y Goff, 1939).

Igual que en el caso de las especies mirmecófilas, los ejemplos de Aphodiinae asociados con nidos de mamíferos y aves son abundantes (véase Paulian, 1943: 248-250; referencias modernas para la fauna americana son: Hubbell y Goff, 1939; Cartwright, 1944: 129-150; Martínez, 1952: 104; Martínez, 1952: 110; Islas, 1955a y 1956: 493-497).

Es muy posible que en algunos casos el escarabajo penetre en los nidos buscando el excremento. Esto parece ocurrir también en las gru-

tas de las Célebes, donde *Trox costatus* Wied. vive del guano (Leeftmans, 1932: 36-43); las grutas con guano de *Hyrax* (*Procavia*), en las montañas de Africa Oriental, albergan una fauna especial de coprófagos (Paulian, 1943: 240); un Canthonides, *Aulacopris* White, del continente australiano tiene también cierta afinidad hacia las cavernas; según Paulian (1934: 278), dos ejemplares de este género han sido capturados en las grutas Yessabah del Río MacLeay, estos escarabajos habían fabricado con murcielaguina 16 bolas del tamaño de una ave llana que contenían larvas y pupas, y en un caso un huevo; es posible que el habitat y la gran fecundidad sean accidentales, debido a la riqueza en guano de las cuevas.

La primera cita de Scarabaeidae-Laparosticti en cuevas de América se encuentra en Howden, Cartwright y Halffter (1956) que describen *Onthophagus vespertilio* de la Cueva de Acuitlán (México). Este *Onthophagus* vive en forma extraordinariamente localizada, sobre un único montón de guano; no se conoce del exterior. En el mismo trabajo, los autores mencionados, indican que una especie nueva, no descrita, ha sido capturada sobre guano en cuevas de Arkansas y oriente de Texas; esta nueva especie es muy próxima a *O. vespertilio*.

Pearse (1938: 242, y 1945: 187) describe el hallazgo en cuevas de Yucatán, de dos Scarabaeidae-Pleurosticti: *Coelosis biloba* Fabr. posiblemente en la cueva de Mumkún, y *Cotinus viridicyanea* Perbosc en la cueva Xkik. Consideramos que la presencia de estos dos insectos en las cuevas es puramente accidental.

**Hurto de nidos de otros Scarabaeidae.**—Este fenómeno, mal llamado parasitismo, se presenta con relativa frecuencia en algunos géneros, de pequeñas dimensiones, de Scarabaeidae-Laparosticti. Los ejemplares pequeños aprovechan el excremento acumulado para su nidificación por especies grandes, llegando a ocasionar la muerte del huevo o larva de la especie grande.

En la subfamilia Aphodiinae se presentan varios ejemplos de este tipo de relación. Así, *Aphodius porcus* (Fabr.) aprovecha las peras de estiércol formadas por *Geotrupes stercorarius* L. para poner sus propios huevos, destruyendo el huevo del *Geotrupes* (según Chapman, 1869: 273-276). *Scarabaeus sacer* L. (según Fabre) incluye en sus pelotas accidentalmente larvas, adultos o huevos de otros escarabajos coprófagos, entre ellos *Aphodius pusillus* Hbst. que continúa su metamorfosis en el interior de la



pera, muriendo la larva de *Scarabaeus* cuando los *Aphodius* son muchos. Sopp (1898: 114; citado por Paulian, 1943: 256) menciona la relación de *Heptaaulacus testudinarius* F. (Aphodiinae) y *Geotrupes mutator* Marsh., considerada accidental por G. Schmidt, 1935: 293-350. Howden (1955: 65) cita ejemplos dentro de las especies norteamericanas de *Aphodius*: *A. rubeolus* Beauv. en peras de *Phanaeus igneus floridanus* Dols.; y lo que es aún más interesante *Aphodius lividus* (Oliv.) atacando las larvas de *Onthophagus medorensis* Brown en sus nidos, comiendo después el estiércol acumulado por el *Onthophagus*. Posiblemente la inclusión de los *Aphodius* en las reservas alimenticias y en las esferas y peras de otros coprófagos tiene un origen accidental, pero se presenta con frecuencia, como el autor ha podido observar al abrir las bolas de estiércol hechas por distintos Scarabaeinae.

No es raro encontrar *Onthophagus* asociados a las reservas alimenticias de coprófagos mayores, pero en este caso aprovechan el estiércol para su alimentación sin dañar la nidificación del "huésped"; *Onthophagus* que utilizan las bolas de *Scarabaeus* son mencionados por Xamheu, 1882: 45; *Onthophagus chevrolati* Harold ha sido encontrado por el autor en las masas de estiércol enterradas por *Copris armatus* Harold en Salazar (Estado de México), simultáneamente con los *Copris*.

**Coprofagia y saprofagia.**—Según Ritcher (1958: 312) los Coprinae (este autor da a la subfamilia una amplitud mayor a la aquí otorgada a Scarabaeinae) se alimentan en estado adulto de cadáveres, excrementos, detritus vegetales u hongos; las larvas son necrófagas o coprófagas. Los Aphodiinae, grupo paralelo en sus adaptaciones a los Scarabaeinae (= Coprinae), viven de adultos a expensas de los mismos medios, pero las larvas pueden alimentarse de humus, materia vegetal muerta o incluso partes de plantas. El otro gran grupo de Scarabaeidae, Laparosticti, los Geotrupinae, viven de adultos a expensas de excrementos, cadáveres u hongos; la alimentación de las larvas comprende: excrementos, humus y detritus vegetales. Sobre esta última subfamilia, Howden en su Monografía (1955), presenta una excelente revisión de todos los datos conocidos sobre su etología.

Dentro de los Scarabaeinae, ya se ha visto cómo en numerosos casos la alimentación se separa de las normas generales. Sin embargo, la mayor parte de las especies se nutren de ex-

crementos (principalmente) o restos orgánicos. Dentro de esta alimentación coprófaga y saprófaga, existen numerosas y muy interesantes especializaciones.

En términos generales, los Scarabaeinae prefieren los excrementos de los ungulados sobre los de los Carnívoros. Estos insectos, en la pradera, sabana, estepa o formación semejante (que podemos considerar como su biotopo más característico) se alimentan, en su gran mayoría, de excrementos de vacunos y equinos. Se considera que este tipo de alimentación no es un carácter primitivo, sino por el contrario el resultado de una ultra-especialización. Enseguida se examinan los ejemplos conocidos de saprofagia y necrofagia, pues se cree que la alimentación saprófaga fue la primitiva de Scarabaeinae y otros grupos cercanos. En muchos casos se conservan estos hábitos alimenticios, en forma exclusiva o en combinación con coprofagia, en otros se vuelve secundariamente a la alimentación saprofágica o necrofágica como una adaptación a un medio difícil (escaso en excrementos) o muy especial (islas sin grandes mamíferos).

La casi totalidad de los pocos autores que se ocupan de la etología de los Scarabaeinae, tienden a dar una gran importancia al alimento sobre otras condiciones del medio ecológico. Esto es quizá debido a las tan notables especializaciones que se encuentran dentro del grupo. Un autor, Goljan (1953), en un trabajo que ha pasado inadvertido, mantiene un criterio distinto al afirmar: "la presencia de determinado escarabajo coprófago depende estrictamente de un biotopo adecuado, independientemente del tipo de excremento que se encuentre en esta área". Goljan (loc. cit., 72) cree que algunas especies de *Onthophagus* se pueden considerar como índice de biotopo, dada la estrecha relación que muestran con el tipo de sustrato y el microclima. En su estudio, basado principalmente en *Onthophagus* y llevado a cabo en Polonia, considera que la distribución de especies y subespecies no se afecta por el tipo de excremento sino por el biotopo; así, especies muy cercanas, se pueden distinguir por vivir en biotopos distintos, v.gr., suelos con sol o en sombra. El trabajo de Goljan es muy interesante, pues hace resaltar la importancia que en la biología y en la especiación de los Scarabaeidae puede tener el aislamiento ecológico, provocado por factores no alimenticios. Sin embargo, el estudio de numerosos ejemplos de es-

pecialización alimenticia, indica claramente que no se puede menospreciar la importancia de este factor. Según Paulian (1943: 238), "si cada coprófago busca un estado de desecación particular de los excrementos, elige también un tipo de excremento particular. Con frecuencia esta elección no es muy rigurosa, pero se lleva a cabo con mucha mayor precisión cuando se trata de alimentar a las larvas".

La fauna europea, muy bien conocida desde el siglo pasado, nos da valiosas indicaciones sobre la importancia de esta especialización. Paulian (en su obra citada, págs. 239-240) hace una relación de los casos más notables de la fauna francesa: *Scarabaeus affinis* Brullé, que consume cuando imago casi indiferentemente los excrementos de equinos y bovinos, no utiliza para la nidificación más que excrementos de ovejas; los excrementos humanos son atacados por *Onthophagus coenobita* Herbst y *Ammoeus elevatus* Olf.; los de conejo por *Onthophagus punctatus* Ill.; *Aphodius prodromus* Brahm. prefiere el excremento de caballo bastante seco, mientras que *A. fossor* L. y *Caccobius schreberi* L. buscan el excremento de bovinos; en los bosques, las deyecciones de los cérvidos son devoradas por toda una serie de *Aphodius*: *A. cervorum* Fairm., *A. pictus* Sturm y *A. zenckeri* Germ. Goljan (loc. cit.: 71) dice que en Polonia, *Onthophagus coenobita* existiendo excrementos de perros y ganado, elige los primeros; *Aphodius distinctus* Müll. y *Hephtaulacus* sus Hbst. prefieren los excrementos de caballos sobre los de ovejas.

En América, además de los ejemplos de especialización mencionados en páginas anteriores encontramos, dentro de los Canthonídes, varias adaptaciones interesantes: los adultos de *Deltochilum gibbosum* (Fabr.) son atraídos por pieles, plumas, excremento humano malta en fermentación y hongos (estos últimos únicamente en el otoño); las peras para las larvas las fabrica sólo con plumas; *Goniocanthon smaragdulus* (Fabr.) (= *Canthon speculifer* Cast.) se alimenta de excrementos humanos frescos; *Canthon cyanellus cyanellus* ha sido colectado en excrementos humanos, aunque también en los de vaca, y según Lindquist (1935: 7) en pequeños cadáveres, este autor ha visto un ejemplar rodando una bola hecha con hígado en putrefacción. *Melanocanthon bispinatus* (Robinson) ha sido colectado en Nueva Jersey (Estados Unidos) en gran número, junto con dos ejemplares de *Boreocanthon probus* (Germ.), rodando

bolos de excremento de venado; la primera especie había sido en general colectada sobre hongos secos (Robinson, 1948: 87). *Tetraechma sanguineomaculata* Blanchard se ha encontrado únicamente sobre excrementos de *Lagotomus m. maximus* (Demarest). Fuera del continente americano, en Madagascar (según Mocquers, 1900; citado por Paulian, 1934: 276) los *Epilissus* se alimentan, sobre las hojas de los árboles, de excrementos de pájaros.

También se presentan en otros grupos de Scarabaeinae, interesantes especializaciones hacia un tipo determinado de excremento. Ya se han mencionado algunas al hablar de los nidos; otro caso interesante es el de *Onthocharis wittmeri* Martínez, del Paraguay y Argentina, que ha sido colectado volando o en excrementos de aves (Martínez, 1952: 73-77). En Java, los excrementos del tigre son buscados por *Onthophagus descheri* Paul. En Camerún, las enormes boñigas de los elefantes alimentan *Heliocopris eryx* F. y *Copridaspidius peregrinus* Har.; los excrementos semilíquidos de *Papio* son utilizados por *Lorditomaus*.

Paulian (1943: 239) da un ejemplo de lo que ocurre cuando disminuyen los excrementos preferidos: en el bosque de Fontainebleau, la desaparición progresiva de los ciervos ha obligado a *Aphodius cervorum* Fairm. a buscar el excremento de conejo, pero al parecer, este "alimento de reemplazo" no permite siempre la supervivencia prolongada de la especie. Los *A. cervorum* Fairm. del bosque de Saint-Germain, que antes de los de Fontainebleau deben haber sufrido el mismo cambio de régimen alimenticio, hoy día han desaparecido.

El consumo exclusivo de un tipo especial de excrementos no se presenta en todas las especies. *Copris remotus* LeC., que normalmente hace sus nidos con estiércol de ganado vacuno, se ha observado en una ocasión fabricando el nido con excrementos de carnívoro. El autor ha podido notar que *Onthophagus chevrolati* Harold, en Salazar (México) se alimenta, en estado adulto, tanto de excrementos de ovejas como de vacunos. Ejemplos de poca discriminación al escoger el excremento se presentan en numerosas especies de Scarabaeinae. En algunos casos, especies normalmente coprófagas se dirigen de modo excepcional a cadáveres: *Canthon imitator*, colectado casi siempre en estiércol de caballo o vacunos, ha sido encontrado cerca de Cazador (Arizona) en las inmediaciones de un puerco-espín muerto; un ejemplar de *C. in-*

*digaceus chevrolati* ha sido hallado en Nicaragua bajo un ternero muerto; de esta última especie miles de ejemplares han sido colectados por el autor en estiércol de vacunos y equinos.

En otros casos el cambio alimenticio es hacia una saprofagia. En algunas islas del Mar del Norte, como Memmert, los coprófagos (llegados sin duda accidentalmente) se desarrollaron en ausencia de excremento de mamíferos sobre los restos vegetales arrojados a la costa (Paulian, 1943: 239). En casi todos los grupos de Scarabaeinae se presentan adaptaciones a la vida sobre restos vegetales. *Geotrupes stercorosus* Scriba (especie forestal) se alimenta principalmente de hongos y secundariamente de estiércol; por eso abunda en los bosques pobres en excrementos y falta en los prados cercanos ricos en ellos.

Dentro de los Canthonides, ya LeConte (1859: 11) indicó que *Glaphyrocantion vividis* (Beauv.) se encuentra frecuentemente en hojas; se trata de una especie que también se colecta en estiércol; en IX-1955, G. y V. Halffter, capturaron varios ejemplares de este Canthonides atacando un himenomiceto en la selva tropical de la parte norte del Territorio de Quintana-Roo (México). *Deltotichium sericeum* Paulian y *Geocantion rubescens* (Blanchard) han sido observados y capturados en grandes cantidades por Pereira y Martínez (1956: 93) en "palmitos" recientemente cortados en Bolivia. *Peltecanthon staigi* Pereira y *Canthon quinque maculatus* Castelnau fueron observados por los autores arriba mencionados en una liana recientemente cortada, atraídos por las emanaciones fétidas desprendidas de la misma; *Canthon lituratus* (Germar), *C. scrutator paraguayanus* Balthasar, *C. opacus* Lucas, *C. latipes* Blanchard, *C. conformis* Harold, *C. muticus* Harold y *C. angularis* Harold fueron encontrados en gran cantidad, por los mismos autores, en compañía de otros muchos Scarabaeidae, en "cocos maduros de Butia". Dentro de los Canthonides exóticos, los *Gyronotus* africanos viven de frutos podridos; los *Panelus* australianos y asiáticos, los *Onthobium* y posiblemente los *Saphobius* de frutos y hojas podridos; *Monoplistes tropicus* Lea se alimenta de los frutos de *Pisonia*.

En otros grupos de Scarabaeinae, *Dendropaeomon* (Phaneides) vive bajo la corteza de árboles muertos (d'Olsoufieff, 1929: 121); *Haroldius perroti* (Pereira, 1954: 5), especie de un género con marcada mirmecofilia, ha sido colectado con histéridos del género *Bacanius* en hojas muertas; *Paragymnopleurus sinuatus* (Olivier) var. *assamensis* se alimenta, a veces, de frutos

podridos (Janssens, 1940: 13); *Choeridium* entera para sus larvas masas de vegetales en descomposición y utiliza, como ocurre también con otros géneros (véase lo dicho en mirmecofilia) los restos de plantas acumulados por hormigas del género *Atta*. Essig (1952: 439) cita *Phanaeus carnifex* (Linn.)—especie que se alimenta normalmente de estiércol—atacando duraznos, ciruelas y otras frutas maduras, y también comiendo los cabellos del maíz.

Dentro de los Aphodiinae, son muy numerosos los ejemplos de saprofagia. Entre las especies americanas: el 80% de los ejemplares de *Ataenius fattigi* Cartwright, ha sido colectado debajo de hojas y ramitas caídas en terreno boscoso, dos ejemplares fueron hallados bajo estiércol seco de vaca, en un lugar donde la madera estaba quemada (Cartwright, 1948: 153); *Ataenius saramari* Cartwright, que vive en los nidos de *Geomys* de Florida como huésped casual, se encuentra también bajo detritus vegetales; Hinton (1934: 30) ha colectado *Rhyssalus mexicanus* Hinton en desperdicios vegetales cercanos a un curso de agua; Cartwright (1948: 135-140), encontró 60 ejemplares de *Pleurophorus caelicornis* Cartwright en un montón de hojas muertas y arena, *Pl. notialis* Cartwright debajo de montones de mala hierba alrededor de árboles de durazno, y *Pl. atlanticus* Cartwright en depósitos de inundación; el mismo autor (1955: 421, 445) refiere la captura de *Psammodytes basalis* (Mulsant y Rey), especie europea encontrada en la Bahía de Chesapeake (Maryland) debajo de restos y raíces de hierbas en la arena de la bahía, se trata posiblemente de una especie introducida en el lastre de los barcos; *Ps. hydropicus* Horn es una especie pequeña, áptera y con ojos vestigiales, que algunas veces es muy numerosa entre las raíces de los pastos en las dunas arenosas a lo largo de la costa suroeste de los Estados Unidos; en el mismo hábitat, de Nueva Jersey a Misisipi, vive *Ps. bidens* Horn. En el capítulo "Importancia agrícola" se han reunido ejemplos muy especiales de Aphodiinae que se alimentan de vegetales, ya que este hábito alimenticio puede traer consigo daños para plantas útiles al hombre.

Se presenta esta incompleta relación de hábitos saprófagos y alimentación a base de vegetales en Scarabaeinae y Aphodiinae (en Howden 1955, se halla un estudio de hábitos similares en larvas y adultos de Geotrupinae) para llamar la atención sobre la frecuencia con que este tipo de alimentación se encuentra en grupos

normalmente considerados como coprófagos. La saprofagia, absoluta o en alternancia con coprofagia, lo mismo que la necrofagia, tienen gran interés evolutivo. Nos explican la supervivencia y la expansión geográfica de estos grupos de Scarabaeidae en condiciones difíciles, en las que los excrementos de mamíferos son escasos (v. gr. Sud América después de la extinción de los ungulados autóctonos y antes de la llegada de ganado vacuno, caballar y porcino); nos explican, también, su existencia en lugares donde los grandes mamíferos son muy escasos o faltan (islas oceánicas, selva tropical americana, etc.). Ecológicamente, estos hábitos alimenticios son de gran interés, ya que permiten a insectos típicos de la pradera o formaciones semejantes, colonizar el bosque templado y la selva tropical, habitats con poco excremento. Por último, tienen un interés fisiológico, pues indican (y esto guarda relación con las enzimas digestivas, el pH del tracto intestinal y muy especialmente la flora simbiótica) que las formas coprófagas son potencial, y en casos actualmente, necrófagas o saprófagas.

**Necrofagia.**—Distintas especies de Scarabaeinae, sobre todo en las regiones tropicales, se alimentan (permanente u ocasionalmente) de cadáveres de vertebrados. Igual que en el caso de la saprofagia, las especies necrófagas plantean un problema muy interesante: ¿son formas coprófagas que ante la disminución de los excrementos de grandes herbívoros han pasado a la necrofagia, o este tipo de alimentación es un carácter antiguo, que conservan en forma permanente o en ocasiones algunas especies?

En América, dentro de los géneros *Onthophagus*, *Phanaeus* y *Dichotomius* (= *Pinotus*) numerosas especies se alimentan de cadáveres; algunas sólo han sido colectadas bajo animales muertos: *Phanaeus (Coprophanæus) telamon ignecinctus* Felsche de Bolivia, *Ph. (C.) t. telamon* Erichson, etc. Varias especies de *Phanaeus* utilizan los cadáveres incluso para preparar las peras destinadas a la oviposición. *Boreocanthion lecontei*, *Canthon pilularius* y *C. cyanellus* han sido encontrados, junto con *Phanaeus triangularis*, *Copris remotus* y *Onthophagus* spp. en cebos de carne (Lindquist, 1935: 8); según Martínez (1950: 200), *Meghathopa punctatostriata* ha sido colectada en cadáveres junto a *Deltochilum (Hybomidium) pseudoicarus* Balth., *Deltochilum (Deltohyboma) elongatum* Felsche, *Phanaeus (Megaphanaeus) bonariensis* (Gory), *Ph. (Coprophanæus) jasius* (O1.) y *Ph. (Phanaeus) batesi*

Har. De acuerdo con este autor (1951: 28), *Deltochilum (Deltohyboma) sericeum* Paulian, se ha capturado en Bolivia, bajo cadáveres. Ya se ha mencionado que *Deltochilum gibbosum* es atraído por plumas, animales muertos y pieles; para la alimentación de su larva usa plumas. Un tipo de necrofagia muy particular se presenta en *Canthon aberrans* (Harold) que ha sido encontrado en Passalidae muertos (Peireira y Martínez, 1956: 93); algo semejante ocurre en *Onthophagus praestans* Per. que busca los ciempiés muertos (Paulian, 1943:240).

#### IMPORTANCIA MÉDICA Y VETERINARIA

**Scarabaeidae - Laparosticti huéspedes intermediarios de helmintos.**—Al hablar de los Scarabaeinae parásitos de vertebrados se mencionaron los casos de "escarabiasis" encontrados en niños de la India; se considera que esta infección es de tipo accidental. De mucha mayor importancia es el papel de los Scarabaeinae como huéspedes intermediarios de helmintos. Es de interés presentar una relación, lo más completa posible, de todos aquellos casos en que un Scarabaeidae-Laparosticti forma parte del ciclo biológico de un gusano parásito del hombre o de los animales domésticos.

*Gongylonema pulchrum* Molin (clase Nematoda, orden Spiruroidea) vive en la mucosa y submucosa de las partes superiores del tracto digestivo de varios mamíferos (ovejas, cabras, ganado bovino, cerdos, búfalos y con menos frecuencia caballos, burros y jabalíes; ocasionalmente, también en el hombre). Se desarrolla de huevo a larva infestante en *Aphodius femoralis*, *A. granarius*, *A. fimetarius*, *A. coloradensis*, *A. vittatus*, *Onthophagus hecate* y *O. pennsylvanicus*.

*Physocephalus sexalatus* (Molin) (clase Nematoda, orden Spiruroidea) se encuentra en el estómago del cerdo y de algunos otros mamíferos como conejos y liebres, que se parasitan al comer escarabajos infestados de los géneros: *Scarabaeus*, *Phanaeus*, *Gymnopleurus*, *Geotrupes* y *Onthophagus*. En los dos casos de nemátodos mencionados, así como en los ejemplos que siguen, el escarabajo se infesta al comer con las heces, huevos del parásito.

*Ascalope strongylina* (Rudolphi) (clase Nematoda, orden Spiruroidea) parásito del estómago del cerdo y jabalí, tiene como huéspedes intermediarios: *Aphodius*, *Onthophagus* y *Gymnopleurus*.

*Spirocerca lupi* (Rudolphi) (clase Nematoda, orden Spiruroida), parásito de las paredes del estómago, esófago y aorta de perros, zorros y lobos, tiene como huésped intermediario en el Viejo Mundo a *Scarabaeus sacer*; en América, este nemátodo debe tener como huésped intermediario otro Scarabaeinae. La larva de *Spirocerca* se desarrolla y enquistada en los tubos traqueales del coleóptero; el huésped definitivo se infesta por ingerir el escarabajo, o anfibios, reptiles, aves o pequeños mamíferos que antes han comido el coleóptero. En *Gymnopleurus sturmi* se han encontrado larvas encapsuladas de *Spirocerca sanguinolenta* y *Physcephalus sexalatus*.

*Raillietina cesticiillus* (Molin) (clase Cestoda, orden Cyclophyllidae) se encuentra en el intestino de las aves domésticas, que se infestan al comer el escarabajo que contiene la fase cisticercoide; se han citado como huéspedes intermediarios *Choeridium histeroideis*, *Aphodius* spp. *Anisotarsus* spp.

Los siguientes céstodos también pasan su fase infestante en escarabajos coprófagos: *Hymenolepis carioeca*, parásito de aves domésticas y salvajes tiene como huéspedes intermediarios *Aphodius granarius* y *Choeridium histeroideis*; *Choanotaenia infundibulum* (Bloch), parásito del intestino de pollos y pavos, tiene como huéspedes intermediarios la mosca doméstica y *Geotrupes sylvaticus*; según Wetzel (1935: 188-191, citado por Howden, 1955: 305) *Geotrupes sylvaticus* es también huésped intermediario de *Davainea proglottina*, parásito de las aves.

*Macracanthorhynchus hirudinaceus* (Pallas) cuyas primeras fases de desarrollo se efectúan en Europa en *Melolontha melolontha* (Linneo) y *Cetonia aurata* (Linneo), en Estados Unidos se desarrolla en *Phyllophaga arcuata* y *Ph. rugosa*, y en Argentina, el Scarabaeinae *Phanaeus splendidus* ha sido citado como huésped intermediario.

**Destrucción y diseminación de parásitos.**—De tanta importancia médica y veterinaria como el papel de huésped intermediario de gusanos, es la actividad desarrollada por Scarabaeinae y grupos cercanos al destruir el excremento y dispersar los gérmenes que contiene. Al enterrar el estiércol disminuye el medio de crecimiento de la mosca del cuerno *Haematobia irritans* L., y, probablemente se reduce la abundancia de esta plaga. La diseminación de muchos nemátodos parásitos del hombre y de los animales domésticos, depende de la contaminación del suelo

con excrementos conteniendo huevos y larvas. Es, pues, de importancia el papel de los Scarabaeinae en la desaparición rápida de estos excrementos. Miller (1954: 372-388), en los Estados Unidos, en el mes de julio, capturó en una trampa hecha con excrementos humanos, de 50 a 100 escarabajos, en un lapso de 3 a 15 horas. De estos escarabajos, el 59% estaba representado por cinco especies de *Canthon*, y siete especies de otros cinco géneros de Scarabaeinae formaban el 28%. Algunas cifras dadas por Miller nos indican claramente la importancia de los Scarabaeinae: en tres trampas, dispuestas en un área de 1000 m<sup>2</sup> se capturaron 361 escarabajos, que en 24 horas enterraron 748 g de heces, lo que representa el excremento diario de 4 a 6 personas; en otro caso, de 20 heces que pesaban de 18 a 100 g, 5 desaparecieron en 2½ horas, y otras cinco desaparecieron completa o parcialmente en 7 horas. Es un hecho ampliamente observado que los excrementos humanos permanecen mucho más tiempo sin desaparecer en aquellos lugares donde faltan o son escasos los Scarabaeinae. Según Miller la cantidad de heces humanas que estos escarabajos entierran depende de las especies existentes en la región, de la estación del año (que determina la secuencia y rapidez de su llegada), la hora del día, humedad, existencia cercana de estiércol y tipo de suelo. En general, y debido a la mayor riqueza en individuos, se considera que el proceso es más rápido en Europa que en América; esta menor cantidad de individuos de Scarabaeidae coprófagos en América ha sido varias veces observada, entre otros autores, por Carlos Darwin (Viaje del Beagle: 564).

El entierro y destrucción de las heces disminuye el número de formas infectantes de nemátodos, aunque también es cierto que en algunos casos los escarabajos contribuyen a la diseminación de estos parásitos.

Wilson (1932) estudia la relación entre los escarabajos coprófagos que consumen el excremento de oveja en Nueva Jersey y la transmisión de gusanos.

Lindquist (1935: 8-9) considera que las especies principalmente responsables de la desaparición del estiércol en el sudoeste de Texas son: *Canthon pilularius*, *Phanaeus triangularis* y *P. notus colonicus*; según este autor, estos escarabajos destruyen gran cantidad de estiércol, principalmente en la época de lluvias, lo que tiene importancia en el control de la mosca del cuerno. Según Pereira y d'Andretta (1955: 262) Co-



*pris incertus* Say de México ha sido introducido últimamente en las islas Hawai para combatir las larvas de *Haematobia*.

**Interés médico-legal.**—Un cierto interés médico-legal tienen las especies necrófagas, pues pueden ayudar a precisar el número de días que lleva expuesto un cadáver, ya que como sucede con otros grupos de insectos, la fauna necrófaga de Scarabaeidae sigue una determinada secuencia en su aparición.

**Interés nutricional.**—Según C. C. Ghosh (1924: 403, citado por Paulian, 1943: 351) en los Estados Shan de Birmania, en los meses de marzo a mayo, la búsqueda de las pupas de *Heliocopris* es verdaderamente importante; estas pupas o "shwe-po" son consideradas como un alimento exquisito.

#### IMPORTANCIA AGRÍCOLA

La rápida incorporación al suelo del estiércol es de gran importancia, especialmente en biocenosis del tipo de la pradera, que mantienen gran número de herbívoros, que a su vez son fuente de grandes cantidades de estiércol. Por esta razón los Scarabaeinae pueden considerarse como uno de los principales integrantes de este tipo de biocenosis. Su importancia ecológica en regiones desérticas, bosques templados o selva tropical es mucho menor, ya que su papel es en realidad muy secundario en comparación con otros organismos.

En relación con su importancia como plagas, existen algunas citas, realmente raras, de Scarabaeidae-Laparosticti que ocasionan daños a cultivos. Dentro de los Geotrupinae, Howden (1955: 296) menciona distintas especies de *Lethrus* que cortan las hojas de varias plantas cultivadas y hieren árboles frutales y forestales, al acumular materias vegetales (retoños y hojas) para sus nidos.

Los hábitos de *Lethrus*, que corta hojas vivas y trepa a las plantas para procurárselas, son verdaderamente excepcionales dentro de los Scarabaeidae-Laparosticti. Los daños que ocasiona en cultivos son ocasionales, sin embargo, algunas veces los ataques de *Lethrus* han llegado a tener verdadera importancia, v. gr.: en viñas de Hungría.

Howden (loc. cit., 305) menciona otro caso de daños originados por una especie de esta subfamilia; la pérdida del 10% de un cultivo del hongo comestible, *Boletus edulis* Fries, en el

sur de Alemania, por las actividades de *Geotrupes stercorosus* Scriba.

Ya se ha mencionado, que según Essig (1952: 439), en Nuevo México, *Phanaeus carnifex* (Linn.) ataca frutas maduras. En muchos miles de *Phanaeus* colectados por el autor nunca se han observado hábitos semejantes, y esta es la única cita que se encuentra en la bibliografía.

En Victoria y suroeste de Australia, *Aphodius howitti* Hope ataca los pastos, siendo una plaga de verdadera importancia (véanse entre las citas más recientes: Erlich, 1954: 134-144; Carne, 1956). En Tasmania, *Aphodius howitti* y *A. pseudotasmanniae* son también plagas de los pastos (citas recientes: Martyn, 1956). Estos *Aphodius* atacan especialmente al trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*). Las larvas se mueven libremente por la superficie del suelo durante la noche, cuando las condiciones atmosféricas son favorables, y excavan sus galerías al encontrar plantas adecuadas o montones de estiércol. El suelo extraído por las larvas en el tercer estadio, es suficiente para ocultar pastos cortos. Se ha observado que el desarrollo larvario es más rápido en suelos ricos en materia orgánica y con abundancia de leguminosas. La presencia de *Aphodius* en gran número está determinada por la composición y densidad de vegetación del pastizal, así como por factores como el pH y contenido de materia orgánica del suelo.

Un estudio muy cuidadoso de los factores que afectan la oviposición y dispersión, así como de los que limitan esta plaga, se encuentra en Carne (1956). Entre los que limitan la plaga, es muy interesante el hecho de que una gran densidad de población provoque la destrucción de las larvas unas por otras. Otros factores de control son las enfermedades fungosas (principalmente el ataque de *Cordyceps aphodii*) y de importancia secundaria, fenómenos tales como: desecación e inundaciones, ataque de nemátodos (*Mermis* sp.), pájaros, larvas de carábidos, asilidos y parasitismo por Thynnidae (*Tachinomya* sp.).

El daño provocado por *Aphodius* incluye un aumento de la erosión, así como efectos nocivos en la salud del ganado por la ingestión abundante de tierra. En su trabajo, Carne propone, para la lucha contra esta plaga, prácticas de cultivo que modifiquen las condiciones ecológicas que favorecen su desarrollo. Otros autores han probado insecticidas tales como BHC, heptacloro y clordano.



En Inglaterra, adultos de *Aphodius fimetarius* Linneo y *A. subterraneus* Linneo, comunes en estiércol de caballo, pueden atacar los hongos cultivados. En Estados Unidos, según Downes (1928) y Ritcher y Morrison (1955) [citados por Ritcher, 1958: 315] la larva de *Aphodius pardalis* Le Conte ocasiona daños en los pastos; el mismo autor cita a Hoffman (1935) que observó en Minnesota larvas de *Ataenius* atacando también pastos.

#### PALEONTOLOGÍA

Paulian (1933: 104) intenta establecer un árbol genealógico de los Scarabaeidae, pero es criticado por el eminente especialista d'Olsoufieff (1935: 32), principalmente por la falta de pruebas paleontológicas.

Si bien los fósiles hasta ahora descritos no aclaran gran cosa sobre la filogenia de la familia, no son tan fragmentarios ni escasos. Posteriormente a 1935, algunos descubrimientos importantes han aumentado el número de restos conocidos y, especialmente, su dispersión geográfica. En este tema, igual que en la etología, más que de una falta real de datos se padece de mala información. Trabajos tan interesantes como los de Frenguelli y Pierce no son mencionados por los estudiosos del grupo.

Un resumen, muy bien hecho, de la información "clásica" sobre Scarabaeidae fósiles, se encuentra en el capítulo correspondiente de la obra de Vladimir Balthasar: Fauna CSR (1956: 85-87). De este autor se han tomado varios de los datos reproducidos a continuación.

El fósil más antiguo atribuido a Scarabaeidae, pertenece al Lias (*Aphodiites prologaeus* Heer). Pero tanto este resto, como *Geotrupoides lithographicus* Diechmüller del Jurásico, son coleópteros de posición taxonómica difícil, dado lo fragmentario de los restos que se conservan. Según Balthasar, hasta el Terciario (y salvo una excepción más antigua, sólo en el Oligoceno) aparecen restos fósiles atribuibles —sin duda— a la familia Scarabaeidae, lo que considera como una prueba de que: "los Scarabaeidae pertenecen a las familias más recientes de coleópteros". Aunque esta observación es esencialmente correcta, hay que hacer notar que Balthasar no cita a Crowson (1955: 42) que menciona a Geotrupinae del Cretácico de China.

Según Balthasar, la fauna de Scarabaeidae del Terciario comprende un total aproximado de 35 géneros y 80 especies. De los 16 géneros que corresponden a Scarabaeidae-Laparosticti,

14 son recientes, lo que muestra la gran similitud de la fauna terciaria de Scarabaeidae con la actual. Según el autor citado, "es un gran inconveniente la circunstancia de que estos hallazgos (los Scarabaeidae fósiles) estén localizados en puntos limitados de Europa y Norteamérica. No tenemos, por lo tanto, ningún dato sobre la fauna de esta familia en otras partes del mundo".

Esta laguna ha sido llenada, en parte, con relación a la fauna sudamericana por Joaquín Frenguelli, autor de varios trabajos de gran interés. En el primero (1938a) afirma que, en los sedimentos continentales argentinos, los nidos de Scarabaeidae son relativamente frecuentes, sobre todo en ciertos horizontes de Patagonia. Considera que estos nidos (bolas y peras) pertenecen a especies de los géneros *Megathopa*, *Phanaeus* y *Canthon*. El diámetro mayor de las peras atribuibles a *Megathopa* varía entre 24 y 39 mm, el espesor de las paredes entre 6 y 7 mm; todas ellas presentan un mamelón con cámara ovigera y canal de aireación, que puede estar roto por la salida del insecto adulto. La gran mayoría de estas peras datan del Oligoceno y proceden de Patagonia; un ejemplar del Mioceno se encontró en la Provincia de Río Negro.

Al género *Canthon* son atribuibles numerosas bolas más pequeñas, procedentes del limo que llenaba una coraza de *Sclerocalyptus perfectus* Gerv. y Amegh., encontrada cerca de la ciudad de Paraná y correspondiente al Pleistoceno Medio. El diámetro de estas bolas varía entre 12 y 27 mm, y como en los ejemplares anteriores el material que forma las paredes es de composición más o menos distinta al que rellena el interior; generalmente, el material de las paredes es más compacto. Como Frenguelli hace notar, el hecho de que se hayan encontrado en el interior de una coraza de Glipodóntido es interesante, ya que guarda relación con los hábitos necrofágicos que conocemos de muchas especies de Canthonides.

En la Provincia de Santa Fe se encontraron dos grandes peras (82 y 87 mm de diámetro) que parecen corresponder al género *Phanaeus*. Fueron descubiertas en formaciones del Lujánense (Pampiano Superior=Pleistoceno). Su extraordinario tamaño guarda relación (según Frenguelli) con el gigantismo de los mamíferos pampeanos que alcanzó su máximo justamente en el Lujánense, como preludio de su total extinción.

En un segundo trabajo (1988b), Frenguelli describe la forma de nidificación de varias especies actuales de Scarabaeinae para compararla con los fósiles encontrados. En este trabajo, ilustrado con magníficas fotografías, se estudia con mucho mayor detalle las bolas y peras fósiles. En 1939, el mismo autor publica nuevos datos. Según este último artículo, el material encontrado por Roselli y que este autor atribuye al Cretácico, es en realidad del Mioceno (arenisca roja de Colonia, Uruguay). Este material está formado por nidos de Scarabaeinae totalmente semejantes a los descritos el año anterior por Frenguelli. En este tercer trabajo, Frenguelli se refiere al material colectado en dos localidades de la Patagonia Septentrional (Provincias de Neuquén y Río Negro). Ambas muestras corresponden a un mismo horizonte geológico, que ocupa de preferencia la parte basal de las tobas terciarias. Se supone que los bancos en que se encuentran los nidos fueron "suelos, intercalados dentro del depósito cenagoso de antiguos pantanos durante repetidas fases de desecación de las cuencas". La profundidad bajo el nivel del suelo original a que se encuentran los nidos parece ser de 40 a 70 cm. La edad de las tobas es: en las inferiores, Oligoceno Superior a base del Mioceno; en las medias, Mioceno Inferior y Medio; en las superiores, Plioceno.

La cantidad de nidos fósiles encontrados es realmente sorprendente. A menudo los nidos, especialmente los esféricos, se presentan en su posición original en pequeños grupos de 3 ó 4. En algunos ejemplares en el molde de la cámara interna se han hallado materiales más densos que los que forman las paredes, impregnados de un pigmento negro que contrasta con el color pardo claro de las paredes. El análisis químico ha mostrado la existencia de hidróxidos de hierro y magnesio y materia orgánica en proceso de mineralización. El diámetro de estas bolas (105 medidas) varía entre 35,5 y 59 mm, Frenguelli las atribuye a *Phanaeus* o a un género cercano.

En este último trabajo se describe un nuevo tipo de nido fósil de Scarabaeinae. Se trata de nidos cilíndricos, más escasos que los esféricos, y que se encuentran mezclados "in situ" con los anteriores. Presentan una cavidad que ocupa las  $\frac{2}{3}$  partes de la longitud del cilindro, estando formado el tercio restante por una masa sólida. Su diámetro oscila entre 17 y 21 mm; en un ejemplar el diámetro llega

a 37 mm, siendo su longitud total 70 mm. El autor atribuye estos nidos al género *Onthophagus*.

Los trabajos de Frenguelli y Roselli nos muestran una rica fauna de Scarabaeinae en Sudamérica, coincidiendo geológicamente los restos más antiguos con los primeros fósiles europeos claramente atribuibles a la familia Scarabaeidae. El hecho de que únicamente se conozcan los nidos hace difícil la determinación genérica, pero sin duda se trata de Scarabaeinae con formas de nidificación muy semejantes a las que presentan en la actualidad los géneros a los que Frenguelli atribuye los fósiles.

En relación con la distribución geográfica de los Scarabaeidae durante el Terciario, es interesante el hallazgo de *Bolboceras* en el Mioceno de Bohemia, *Scarabaeus* en Baden, *Onitis* en el Ruhr, *Hybosorus* en Baden, etc. Como indica Balthasar, "estos fósiles muestran que la fauna del Terciario Medio de Centro Europa correspondía a climas más cálidos, siendo afín a la actual fauna de la región mediterránea... el centro de origen de los escarabeidos hay que buscarlo evidentemente en el sur de Europa y norte de África (en menor escala, quizás también en el continente de Angara); es decir, en tierras que tenían un clima tropical en el Terciario Medio. De ninguna manera debe buscarse en el África tropical y en las regiones orientales, como parece indicar la actual distribución geográfica y la forma en que están hoy representados los escarabeidos; a estas grandes regiones tropicales de la época actual fue empujada, en parte, la fauna de Scarabaeidae debido al empeoramiento de las condiciones climatológicas a fines del Terciario y principios del Cuaternario, conservándose allí completa la riqueza de entonces". Esta hipótesis de Balthasar tiene un cierto apoyo en el hecho, bien conocido, de que el proceso por él mencionado se ha presentado en la mayor parte de los grandes mamíferos. No hay que olvidar lo estrechamente ligados que están los Scarabaeidae-Laparosticti (en gran proporción coprófagos) con los mamíferos.

Del Pleistoceno se conocen 14 especies de Scarabaeidae-Laparosticti (según Balthasar), que pertenecen —en general— a géneros recientes, siendo incluso en algunos casos especies actuales. Así, por ejemplo, "en las arcillas pleistocénicas saturadas de hidrocarburos, de los yacimientos de petróleo de Boryslav en Galicia, el profesor Lönnicki (1894) encontró 6 especies

de *Aphodius*, una de las cuales es idéntica a la actual especie cosmopolita *A. granarius* L. El *Geotrupes* del Pleistoceno encontrado en Vanes (Francia) resultó igual a la especie reciente *G. vernalis*; el encontrado en Haites Quarry, cerca de Edimburgo, es idéntico al actual *G. stercorarius* L."

Un trabajo con interés, especialmente biogeográfico, sobre Scarabaeinae fósiles norteamericanos es el de Pierce (1946: 119-131), referente al material descubierto en el asfalto del Rancho La Brea, Hancock Park, Los Angeles (California). Estudia series de fragmentos pertenecientes a 5 ó 6 especies de Scarabaeinae que refiere a los géneros *Canthon*, *Copris* y *Onthophagus*, así como a un género nuevo. Se supone que estos Scarabaeinae llegaron en gran número atraídos por los excrementos de los ungulados y otros grandes mamíferos que se congregaron alrededor de los charcos de agua existentes sobre o cerca del asfalto. La ausencia total en la actualidad de *Copris*, *Onthophagus* y del nuevo género *Paleocopris* en California, así como la presencia de estos géneros (excepto el nuevo) en Arizona, es un dato de interés con respecto a los cambios que ha sufrido el clima desde el Pleistoceno.

De Canthonides se encontraron élitros de 3 tamaños distintos, así como un tórax con las patas unidas. Para estos restos, Pierce crea dos nuevas subespecies: *Canthon simplex antiquus* y *C. praticola vetustus*. Tanto el *C. simplex* Lec. como el *C. praticola* Lec. han pasado al género *Boreocanthon* (Halffter, 1958: 208), por lo que la denominación correcta de las subespecies es:

*Boreocanthon praticola vetustus* (Pierce)

*Boreocanthon simplex antiquus* (Pierce)

Hay que advertir que en la segunda subespecie, Pierce no está seguro de la identidad específica.

Actualmente, *Boreocanthon simplex* se encuentra en California. *B. praticola* falta de este estado. Se extiende desde la Columbia Británica y Alberta en el Canadá, Wyoming, Colorado, Kansas, Oklahoma, Texas y Arizona en Estados Unidos, a Sonora y quizá Chihuahua en México.

Los otros Scarabaeinae encontrados en el Rancho La Brea son: *Copris pristinus* Pierce, nueva especie basada en numerosos restos fragmentarios. Esta especie fósil es mayor que cualquiera de los *Copris* conocidos por Pierce del continente americano. Según opinión de Eric

G. Matthews (1959) la especie viviente más próxima es *C. armatus* Harold, del sistema orográfico denominado Eje Volcánico Transversal (Centro de México). Es interesante hacer notar que en la actualidad el género *Copris* no se presenta en ninguno de los estados de la costa del Pacífico de los Estados Unidos.

El nuevo género *Paleocopris*, con una especie *P. labreae* Pierce, presenta, según Pierce, algunas características de *Phanaeus*. De los dibujos correspondientes a *Paleocopris labreae* [loc. cit., 127] las figuras 13 y 14, correspondientes a las patas medias y posteriores, guardan semejanza con las estructuras equivalentes de un *Copris*. La cápsula cefálica (figs. 10 y 11) y las patas anteriores (fig. 12) son distintas a las de *Copris*.

El último Scarabaeinae fósil descrito por Pierce es *Onthophagus everestae* Pierce.

En relación con la antigüedad relativa de los Scarabaeinae, y en general de los Scarabaeidae-Laparosticti, dentro de la familia, los restos paleontológicos permiten suponer que se encuentran entre las formas más antiguas y primitivas.

La anatomía comparada proporciona un dato indirecto sobre esta antigüedad de los Scarabaeinae. En el estudio de Virkki (1957) sobre la estructura del folículo testicular, el de los Scarabaeinae está considerado entre las formas más primitivas. En conjunto los Pleurosticti presentan las formas más evolucionadas, contra lo que pudiera suponerse a primera vista dada la gran especialización alimenticia de los Laparosticti.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANCONA H. L., 1934-1935. Véase Hinton, 1934-1935.
- ANDRETTA, M. A. V. D'. 1955. Véase Pereira, 1955.
- BALTHASAR, V., Fauna C.S.R. Nakladatelství. Československé Akademie Věd, 287 págs., 143 figs. Praga, 1956.
- BORGMEIER, T., *Rev. Entomologia, Peq. Comunic.*, 7 (1): 117, 1937.
- BURGESS SOPP, E. J., *Heptaaulacus testudinarius*. *Ent. month. Mag.*, 9 (2): 114, 1898.
- CARNE, P. B., An ecological study of the pasture scarab *Aphodius howitti* Hope. *Aust. J. Zool.*, 4 (3): 259-314, 1956.
- CARTWRIGHT, O. L., New *Aphodius* from Texas Gopher Burrows. *Ent. News*, 55 (5): 129-135, 1944.
- CARTWRIGHT, O. L., New *Aphodius* from Texas Gopher Burrows. *Ent. News*, 55 (6): 146-150, 1944b.
- CARTWRIGHT, O. L., The American species of *Pleurophorus*. (Coleop. Scarab.). *Trans. Amer. Ent. Soc.*, 74: 131-145, 1948.

- CARTWRIGHT, O. L., *Atenius strigatus* (Say) and allied species in the United States. *Trans. Amer. Ent. Soc.*, 74: 147-153, 1948b.
- CARTWRIGHT, O. L., Scarab Beetles of the Genus *Psammophilus* in the Western Hemisphere. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, 104 (3344): 413-462, 1955.
- CARTWRIGHT, O. L., 1956. Véase Howden, 1956.
- CHAPMAN, T. A., *Aphodius porcus*, a cuckoo parasite on *Geotrupes stercorarius*. *Ent. Month. Mag.*, 5: 273-276, 1860.
- CROWSON, R. A., The Natural Classification of the Families of Coleoptera. 187 págs. Nathaniel Lloyd & Co., Ltd. Londres, 1955.
- DARWIN, CH., Viaje de un naturalista alrededor del mundo, 1845. Traducción española de J. Hubert, 618 págs., 121 figs., 2 mapas. Librería El Ateneo, Buenos Aires, 1945.
- DOWNES, W., *Rept. Ent. Soc. Ontario*, 58: 59-61, 1928.
- ERLICH, S., The pasture cockchafer *Aphodius howitti* Hope, in Victoria. Biology, economic importance and control with the newer insecticides. *J. Dept. Agric. Vict.*, 52 (3): 134-144, 1954.
- FABRE, J., *Souv. entomolog.*, 10: 118-148, 1908.
- FRENGUELLI, J., Nidi fossili di Scarabeidi e Vespidi. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 57: 77-96, 1938a.
- FRENGUELLI, J., Bolas de escarabeidos y nidos de vespídos fósiles. *Physis*, 12: 348-352, 1938b.
- FRENGUELLI, J., Nidos fósiles de insectos en el Terciario de Neuquén y Río Negro. *Not. Mus. La Plata Paleont.*, 4: 379 y sigs., 1939.
- GHOSH, C. C., *Proc. 5th. Entom. Meeting*, pág. 403, 1924.
- GOFF, C. C., 1939. Véase Hubbell, 1939.
- GOLJAN, A., Studies on Polish beetles of the *Onthophagus ovatus* (L.) group with some biological observations on coprophagans. *Ann. Mus. Zool. Polonici*, 15 (6): 53-84, 1953.
- HALFFTER, G., 1956. Véase Howden 1956.
- HALFFTER, G., Dos nuevos géneros de *Canthonini* (Coleopt. Scarab.). *Ciencia, Méx.*, 17 (10-12): 207-212, 1958.
- HINTON, H. E., Two genera of Aphodiinae new to Mexico. *Pan-Pacific Ent.*, 10 (1): 27-30, 1934.
- HINTON, H. E., Anotaciones acerca de las costumbres micetofágicas de las especies de *Phanaeus*. *An. Inst. Biol. Mex.*, 6 (2), 1935.
- HINTON, H. E., New species of Neotropical Aphodiinae. *Revista Ent.*, 8 (1-2): 122-129, 1938.
- HINTON, H. E. y L. ANCONA H., Fauna de coleópteros en nidos de hormiga (Atta) en México y Centro América. *An. Inst. Biol. Mex.*, 5: 242-248; 6: 307-316, 1934-1935.
- HOFFMAN, C. H., *J. Econ. Ent.*, 28 (4): 666-667, 1935.
- HOWDEN, H. F., Cases of interspecific "parasitism" in Scarabaeidae. *J. Tennessee Acad. Sc.*, 30 (1): 64-66, 1955.
- HOWDEN, H. F., Biology and Taxonomy of North American Beetles of the Subfamily Geotrupinae with Revisions of the Genera *Bolbocerosoma*, *Eucanthus*, *Geotrupes* and *Pelotrupes*. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, 104: 151-319, 1955 b.
- HOWDEN, H. F., O. L. CARTWRIGHT y G. HALFFTER, Descripción de una nueva especie mexicana de *Onthophagus* con anotaciones ecológicas sobre especies asociadas a nidos de animales y a cuevas. *Acta Zool. Mex.*, 1 (9): 1-16, 1956.
- HUBBELL, T. H. y C. C. GOFF, Florida Pocket-Gopher Burrows and their Arthropod Inhabitants. *Proc. Florida Acad. Sc.*, 4: 127-166, 1939.
- ISLAS, F., Nuevas especies mexicanas del género *Aphodius*. *An. Inst. Biol. Mex.*, 26 (1): 223-227, 1955.
- ISLAS, F., Tres especies nuevas de aphodinos mexicanos. *An. Inst. Biol. Mex.*, 26 (2): 493-499, 1956.
- JANSSENS, A., Monographie des *Gymnopleurides*. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, 2 ser., 18: 1-73, 2 láms., 1940.
- JOHANNSEN, O. A., 1938. Véase Riley, 1938.
- LE CONTE, J. L., The Coleoptera of Kansas and Eastern New Mexico. *Smiths. Contr. Knowl.*, 11 (126): 1-VI y 1-50, 2 láms., 1 mapa, 1859.
- LEEFMANS, S., Biologische gegevens van een in grotten lebenden Trox, uit Zuid-Celebes (*Trox coslatus* Wied.). *Tijdschr. Ent.*, 75: 36-43, 1932.
- LINQUIST, A. W., Notes on the habits of certain coprophagous beetles and methods of rearing them. *U. S. Dept. Agr., Cir. N° 351*: 1-10, 1935.
- MARTÍNEZ, A., Contribución al conocimiento del género *Megathopa* Eschsch. en la Argentina. *Eos*, 26 (3-4): 197-269, 1950.
- MARTÍNEZ, A., Scarabaeidae nuevos o poco conocidos II. *Misión Est. Pat. Reg. Arg.*, 22 (80): 23-36, 1951.
- MARTÍNEZ, A., Scarabaeidae nuevos o poco conocidos III. *Misión Est. Pat. Reg. Arg.*, 23 (81-82): 53-118, 1952.
- MARTÍNEZ, A., Scarabaeidae nuevos o poco conocidos IV. *Misión Est. Pat. Reg. Arg.*, 24 (83-84): 69-85, 1953.
- MARTÍNEZ, A., 1956. Véase Pereira, 1956.
- MARTYN, E. J., Further Experiments on the Control of the Pasture Cockchafer, *Aphodius pseudotasmaniae* Given, in Tasmania. *Tasmania J. Agric.*, 27: 44-49, 1956a.
- MARTYN, E. J., The distribution in Tasmania of *Aphodius howitti* Hope, and *A. pseudotasmaniae* Given, in relation to climate. *Tasmania J. Agric.*, 27: 391-404, 1956 b.
- MATTHEWS, E. G., Comunicación personal, 1959.
- MILLER, A., Dung Beetles (Coleop. Scarab.) and other insects in relation to human feces in a hockworm area

- of southern Georgia, *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 3 (2): 372-388, 1954.
- MORRISON, H. E., 1955. Véase Ritcher, 1955.
- MUESBECK, C. F. W., 1938. Véase Pearse, 1938.
- OLSOUFFIEFF, G., d'. Note critique sur l'essai d'une Philogenie des Lamellicornes Coprophages, *Ent. Nachrichtenbl.*, 9: 32-35, 1935.
- PAULIAN, R., Essai d'une Philogenie des Lamellicornes Coprophages, *Ent. Nachrichtenbl.*, 7: 107-109, 1933.
- PAULIAN, R., Essai sur les Canthonides de la région Australienne I. *Bull. Soc. Entom. France*, 39 (19): 275-288, 1934.
- PAULIAN, R., Contribution à l'étude des Canthonides américains. *Ann. Soc. Entom. France*, 107: 213-296; 108: 1-40, 1938-1939.
- PAULIAN, R., Les Coléoptères. Formes - Moeurs - Rôle, 396 págs., 164 figs., 14 láms. Payot, París, 1943.
- PEARSE, A. S., C. F. W. MUESBECK *et al.*, Insects from Yucatan Caves in: Pearse *et al.*, Fauna of the Caves of Yucatan. 304 págs., 4 láms. Carnegie Inst. of Washington, D. C., 1938.
- PEARSE, A. S., La Fauna in: Enciclopedia Yucatanense, vol. I, 527 págs. Carlos A. Echánove Trujillo ed., México, 1945.
- PEREIRA, F. S., A new Myrmecophilous Scarabaeid Beetle from the Philippine Islands, with a review of *Haroldius*. *Psyche*, 61 (1): 1-8, 1954.
- PEREIRA, F. S. y M. A. V. d'ANDRETTA, Novos escarabeidos e novas sinonimias, *Pap. Avuls. Dep. Zool. São Paulo*, 12 (11): 247-264, 1955.
- PEREIRA, F. S. y A. MARTÍNEZ, Algunas notas sinónimicas en Phanaeini. *Rev. Brasil. Ent.*, 5: 229-240, 1956.
- PEREIRA, F. S., Os gêneros de Canthonini Americanos. *Rev. Brasil. Ent.*, 6: 91-192, 1956b.
- PIERCE, W. D., Descriptions of the dung beetles (Scarabaeidae) of the Tar Pits. *Bull. South. Calif. Acad. Sc.*, 45 (3): 119-131, 1946.
- RILEY, A. y O. A. JOHANNSEN, Medical Entomology. 483 págs., 184 figs. McGraw-Hill Book C. Nueva York, 1938.
- RITCHER, P. O. y H. E. MORRISON, *J. Econ. Ent.*, 48 (4): 476, 1955.
- RITCHER, P. O., Biology of Scarabaeidae. *Annual Rev. Ent.*, 3: 311-334, 1958.
- ROBINSON, M., A review of the species of Canthon inhabiting the United States. *Trans. Amer. Ent. Soc.*, 74: 83-99, 1948.
- ROSELLI, F. L., Apuntes de Geología y paleontología uruguayas y sobre insectos del cretáceo del Uruguay o descubrimiento de admirables instintos constructivos de esa época. *Bol. Soc. Amigos Cienc. Nat. "Kraglievich-Fontana"*, 1-2: 29-102, 1939.
- SCHMIDT, G., Beiträge zur Biologie der Aphodiinae. *Stettin ent. Ztschr.*, 96: 293-350, 1935.
- VIRKK I., N., Structure of the Testis Follicle in relation to Evolution in the Scarabacidae. *Canadian J. Zool.*, 35: 265-277, 1957.
- WETZEL, R., Die Entwicklung der Geflügel bandweirmer irhe Behampfung. *Deut. Tierärztl. Wochnschr.*, 43: 188-191, 1935.
- WILSON, J. W., Coleoptera and Diptera collected from a New Jersey sheep pasture. *J. New York Ent. Soc.*, 40, 1932.
- XAMBEU, *Ann. Soc. Entom. France*, 62: 226-237, 1894.



## Comunicaciones originales

### 2-NITROSO-1-NAFTOL COMO INDICADOR DE PROCESOS ENZIMATICOS. II

En un trabajo anterior (1) se describieron las reacciones biológicas del 2-nitroso-1-naftol cuyo resultado es la formación de una sustancia coloreada rojo-violeta, que se forma cuando se pone en contacto con el reactivo leche, levadura o extracto de corazón de rata. La reacción es particularmente visible al cubrir los substratos con aceite de parafina o éter de petróleo en los cuales la sustancia violeta es fácilmente soluble.

Hemos extendido nuestra investigación al actuar el reactivo con otros tejidos y con diversas preparaciones de éstos. Empleamos tejido cerebral, hígado y corazón de ternero homogeneizados, ensayando extracto medicinal de hígado crudo, cuajo de leche preparado con pancreatina, una fracción de leche exenta de caseína.

Para una comparación ensayamos cuajo de leche hervida, soluciones de albúmina, caseína, pancreatina y pepsina. Todas las pruebas comprobantes resultaron negativas.

En los tejidos encontramos que del cerebro o del corazón del ternero la prueba resultó muy débil, por el contrario la misma resultó muy fuerte con hígado homogeneizado, coágulo de la leche, la fracción descaseinizada de la leche y emulsión de levadura fresca.

Así tenemos una serie de substratos biológicos que dan una intensa reacción con una solución alcalina de 2-nitroso-1-naftol. Mientras que para su fácil descubrimiento se cubre el substrato con una capa de parafina, la reacción se lleva también a cabo si se expone el substrato al aire. Siempre observamos el carácter reversible de esta reacción de color. Secciones del tejido de hígado se tiñen de rojo mojando con el reactivo para perder su color después de 24 horas. Un coágulo de leche mezclado con el reactivo en un tubo de Thunberg tiene roja la capa superficial y debajo es blanco. Agitando el mismo coágulo después con aire se tiñe en su totalidad de violeta.

Algunas sustancias químicas interfieren con la reacción de color. Leche mezclada con formaldehído, bicloruro mercuríco, agua oxigenada, bisulfito sódico muestran los fenómenos

indicados. A la temperatura de 10° del refrigerador no se produce la reacción.

#### PARTE EXPERIMENTAL

La separación de la caseína de la leche fue obtenida por medio de ensayos de adsorción en bentonita. La leche cruda o pasteurizada se mezcla íntimamente con cierta cantidad de bentonita para producir una masa viscosa y pegajosa. Esta se somete a centrifugación y se separa una cantidad pequeña de un líquido claro que contiene aún ciertos componentes del suero, como proteína, calcio y fósforo. Esta fracción de leche da después de 24 h la reacción con nitroso-naftol, de manera que la solución entera muestra la coloración. El cuajo de leche se prepara de la manera acostumbrada, y colocado en un tubo de Thunberg con el reactivo, y dejando al vacío por 24 h responde con una coloración débil. Pero, sin embargo, si se permite acceso de aire y se agita el color se intensifica considerablemente. La reacción es reversible, ya que la coloración disminuye con el tiempo para regresar tras nueva agitación. El coágulo a 100° no da ninguna reacción.

La reacción del 2 nitroso-1-naftol es también producida por el isómero 4 nitroso-1-naftol y con leche es típica, sea leche cruda pasteurizada o hervida. Se agregan a la prueba unas gotas del reactivo y después de 24 h, mientras la prueba misma tiene un color ligeramente amarillo, se produce un anillo intensamente rojo-violeta. Después de 48 h la prueba de leche es de color blanco natural con el mismo anillo, pero si se agita levemente, mezclándola con aire, todo el contenido del tubo se vuelve intensamente violeta. Como en el caso de cuajo de leche la reacción es reversible. Después de algún tiempo la leche se blanquea otra vez. En temperatura baja de 10° estos fenómenos no se producen.

La reacción no es de carácter proteico y no puede originarse debido a la actividad de enzimas extracelulares. La reacción es específica, y reactivos como el trifenil tetrazolio o p-fenilendiamino se comportan de modo por completo diferente. La reacción se debe a actividades celulares, como hemos demostrado inicialmente con la levadura.

Así hicimos un cultivo sobre una caja de Petri de una leche expuesta al aire por 24 h. Se produjo un crecimiento prodigioso de bacterias, y tocando el crecimiento con el reactivo, el primero se coloreaba de un rojo oscuro. Transplantando el cultivo a un caldo mezclado con el reactivo, se produce pronto la capa rojo-violeta descrita y el fenómeno de la coloración intensa reversible del caldo mismo. La reacción del 2 nitroso-1-naftol se debe a endoenzimas de diferentes clases de células.

#### RESUMEN

Ensayamos el efecto del 2 nitroso-naftol sobre tejido homogeneizado de hígado, corazón, cerebro de ternero, leche de vaca y derivados de



leche. El reactivo causa después de 24 y hasta 48 h la formación de una sustancia coloreada rojo-violeta, soluble en éter de petróleo. La leche de vaca después de 48 h muestra un típico anillo rojo-violeta y, agitándola se tiñe a violeta, la reacción es reversible. Cultivos de muestra de leche sobre un medio apropiado en caja de Petri o en caldo comprueban que la reacción del nitroso-naftol en la leche se debe a la presencia de bacterias lácteas. Las endoenzimas de células bacterianas causan en la leche las reacciones óxido-reductoras de color descritas.

#### SUMMARY

When homogenized tissues as from liver, heart or brain, or milk are mixed with a solution of 2-Nitroso-1-Naphtol a reddish-violet colored compound is formed, easily soluble in petrol ether and liquid paraffine.

Milk mixed with the reagent displays after 24 to 48 hours a typical violet ring and when

the whole sample is shaken with air it turns violet.

This reaction is reversible, because the bleaching out of the sample and restoring the violet color can be repeated. By transferring a loopful of milk in a medium in a Petri dish or by mixing with broth we allowed a heavy growth of milks organism. Bringing these in contact with our reagent, the violet pigment was immediately formed. We therefore conclude that the formation of the pigment is the result of the activity of cell endo enzymes.

LAWRENCE S. MALOWAN

Departamento de Bioquímica.  
Universidad.  
Panamá.

#### NOTA BIBLIOGRÁFICA

1. *Ciencia, Méx.*, 18 (1-3): 29, 1958.

# VARIACION DE LA ENTROPIA DEL HUEVO DURANTE SU INCUBACION. III

Desde el punto de vista termodinámico, la incubación del huevo consiste en la transformación del "estado huevo" al "estado polluelo". Este cambio tiene lugar a presión, temperatura y volumen constantes ( $P, T, V = \text{Const.}$ ) y para ello es válida la ecuación siguiente:

$$- \Delta U = - \Delta G - T \Delta S \quad (I)$$

donde:

- $\Delta U$ : variación de la energía interna
- $\Delta G$ : variación del potencial termodinámico
- $\Delta S$ : variación de la entropía
- $T$ : temperatura absoluta:  $273 + t^\circ$

que expresa:

"La disminución de la energía interna ( $-\Delta U$ ) se compone de la disminución del potencial termodinámico ( $-\Delta G$ ) y de la disminución de la energía inutilizable ( $-T \Delta S$ )".

El signo negativo indica pérdida de energía por parte del sistema huevo; el término  $T \Delta S$ , designado "energía inutilizable" por Moore se manifiesta bajo la forma de calor y su significado se deduce de la definición de entropía pues siendo ésta:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (II)$$

donde:

- $dS$ : variación infinitesimal de la entropía
- $dQ$ : variación infinitesimal del calor
- $T$ : temperatura absoluta

resulta:

$$T dS = dQ$$

que para una variación finita se hace:

$$T \Delta S = \Delta Q$$

$-T \Delta S$  es pues calor que el huevo pierde durante su incubación, hecho que hemos comprobado en un trabajo anterior<sup>1</sup>, como así también que ello es posible siempre que la entropía experimente un aumento pues siendo el factor  $\Delta S$  el resultado de la diferencia entre la entropía final ( $S_f$ ) y la inicial ( $S_i$ ) del sistema que se transforma o sea:

$$\Delta S = S_f - S_i$$

<sup>1</sup> Termodinámica del huevo en incubación. I. Legrestí y A. Oriol Anguera, *Ciencia*, 18 (11-12): 248-252.

Véase también: Potencial redox del huevo en incubación. I. Legrestí y A. Oriol Anguera, *Ciencia*, 18 (9-10): 186-190.

tendrá que ser  $S_f$  mayor que  $S_i$  para que  $\Delta S$  sea positivo y pueda mantenerse el carácter negativo del término  $-T \Delta S$  e indicar así ese desprendimiento de calor.

En resumen: las modificaciones químicofísicas y biológicas que tienen lugar durante la incubación del huevo producen una disminución de su energía interna como consecuencia de la disminución del potencial termodinámico ( $-\Delta G$ ) y de la pérdida de cierta cantidad de calor ( $-T \Delta S$ ) con un consecuente aumento de la entropía.

La disminución del potencial termodinámico la hemos calculado en base a la variación que sufre el potencial redox del huevo con un valor aproximado de 6,54 Kcal. La determinación del calor desprendido, representado por el término  $-T \Delta S$  de la ecuación (I) es el objeto de este trabajo con el correspondiente cálculo de la variación de la entropía.

## PARTE EXPERIMENTAL

Si en estufa a  $39^\circ$  colocamos dentro de un termo abierto (condiciones isotérmicas) huevos que tienen más de seis días de incubación, dejamos transcurrir un cierto tiempo para igualar temperaturas y luego cerramos herméticamente el termo (condiciones adiabáticas) con un termómetro de máxima (clínico) en su interior; se observará que la temperatura aumenta en forma proporcional a los días de incubación. Esto es debido al calor desprendido por los huevos, de modo que si consideramos al termo como un "calorímetro" y al aire en él encerrado como "fluido calorimétrico" podremos determinar la cantidad de dicho calor durante el tiempo que permaneció cerrado el termo.

La fórmula que debe utilizarse es la siguiente:

$$C = (V - v) D C_e (t_f - t_i)$$

donde:

- $C$ : calor desprendido por los huevos
- $V$ : capacidad del termo
- $v$ : suma de los volúmenes de los huevos
- $D$ : densidad del aire:  $0,001252 \text{ g/cm}^3$
- $C_e$ : calor específico del aire a presión constante:  $0,242 \text{ cal/g}$ .
- $t_f$ : temperatura final del ambiente termo
- $t_i$ : temperatura inicial del ambiente termo.

Como  $(V - v) D C_e$  da la "masa calórica"  $M$  del aire, resulta:

$$C = M (t_f - t_i)$$

siendo:

- $C$ : calor desprendido por los huevos
- $M$ : masa calórica del aire ambiente termo
- $(t_f - t_i)$ : diferencia de temperatura

En nuestros ensayos hemos utilizado un termo de  $500 \text{ cm}^3$  de capacidad con tres huevos de más de seis

días de incubación cuyo volumen total era de 162 cm<sup>3</sup>; por lo tanto corresponde una masa calórica de:

$$M: (500 - 162) \text{ cm}^3 \times 0,001252 \text{ g/cm}^3 \times 0,242 \text{ cal/g.}$$

$$M: 0,102 \text{ cal.}$$

Multiplcando este valor por la diferencia de temperatura observada antes y después de mantener el termo cerrado durante media hora hemos obtenido la cantidad de calor desprendido por los tres huevos durante esos 30 min de cada día de la incubación. Dividiendo entre tres se obtuvo el valor correspondiente a un huevo.

### RESULTADOS

La Tabla I da cuenta de los resultados obtenidos: en la columna (1) figuran los días de incubación; en la (2) la temperatura inicial y final; en la (3) la diferencia de esas temperaturas; en la (4) el producto  $M(t_f - t_i)$  o sea la cantidad de calor desprendido por los tres huevos durante media hora; en la (5) el resultado de dividir entre tres o sea lo que corresponde a un huevo y por media hora.

Se observa que la temperatura inicial al comienzo de la experiencia es inferior a 39° y luego, al transcurrir la incubación sobrepasa a dicho valor. Este es debido a que el termo estuvo colocado en un estante superior al que tenía los huevos en incubación a 39° el cual,

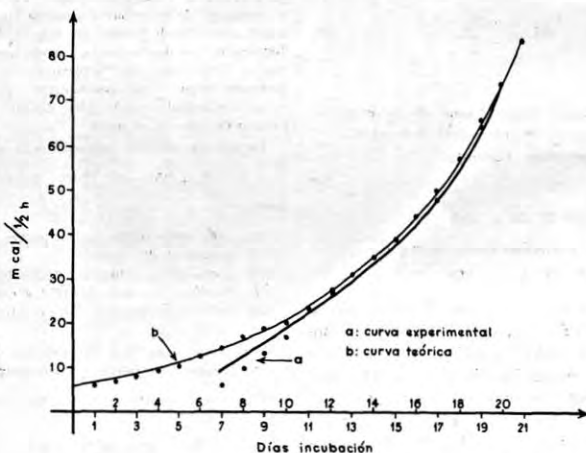
Tabla I

| (1)         | (2)                   |             | (3)              | (4)                              | (5)             |
|-------------|-----------------------|-------------|------------------|----------------------------------|-----------------|
| Días incub. | Temperat. inic. $t_i$ | final $t_f$ | Difer. temperat. | C: 0,102 $(t_f - t_i)$ cal/1/2 h | C/3 cal/huevo/h |
| 7           | 35,5                  | 35,7        | 0,2              | 0,020                            | 0,006           |
| 8           | 35,5                  | 35,8        | 0,3              | 0,030                            | 0,010           |
| 9           | 35,9                  | 36,3        | 0,4              | 0,040                            | 0,013           |
| 10          | 36,2                  | 36,7        | 0,5              | 0,051                            | 0,017           |
| 11          | 36,5                  | 37,2        | 0,7              | 0,071                            | 0,023           |
| 12          | 37,0                  | 37,8        | 0,8              | 0,081                            | 0,027           |
| 13          | 38,8                  | 39,7        | 0,9              | 0,091                            | 0,030           |
| 14          | 41,1                  | 42,1        | 1,0              | 0,102                            | 0,034           |
| 15          | —                     | —           | —                | —                                | 0,038 (1)       |
| 16          | 41,5                  | 42,8        | 1,3              | 0,132                            | 0,044           |
| 17          | 41,0                  | 42,4        | 1,4              | 0,142                            | 0,047           |
| 18          | 41,3                  | 43,0        | 1,7              | 0,173                            | 0,057           |
| 19          | 41,3                  | 43,2        | 1,9              | 0,193                            | 0,064           |
| 20          | —                     | —           | —                | —                                | 0,074 (2)       |

Nota: (1) valor interpolado

(2) valor extrapolado

Con los valores de la columna (5) hemos construido la curva (a) de la gráfica 1 llevando como ordenadas al calor desprendido por un huevo durante media hora de incubación y como abscisa a los días de la incubación. Resulta una curva del tipo semilogarítmico como



Gráf. 1

por construcción de la estufa se encontraba a un nivel de temperatura inferior. El aumento que luego experimenta dicha temperatura es debido al calor acumulado en el termo.

lo demuestra el hecho de obtener una recta cuando llevamos como ordenada a los logaritmos de las calorías/huevo-1/2 h y a los días de incubación como abscisa (gráf. 2).

Para la curva de la gráfica 1 hemos encontrado la siguiente ecuación:

$$C = 5,526 e^{0,129 x} \quad (III)$$

donde:

C: calor desprendido en mcal/huevo  $\frac{1}{2}$  h

x: días de incubación

e: base de los logaritmos naturales.

Ejemplo: Supongamos x: 14 días

resulta:

$$C = 5,526 \cdot e^{0,129 \cdot 14} = 5,526 e^{1,806}$$

$$\lg C = \lg 5,526 + 1,806 \cdot \lg e$$

$$\lg C = 0,7424 + 1,806 \cdot 0,4343$$

$$= 0,7424 + 0,7843$$

$$\lg C = 1,5267$$

$$C = 33,6 \text{ mcal/huevo } \frac{1}{2} h$$

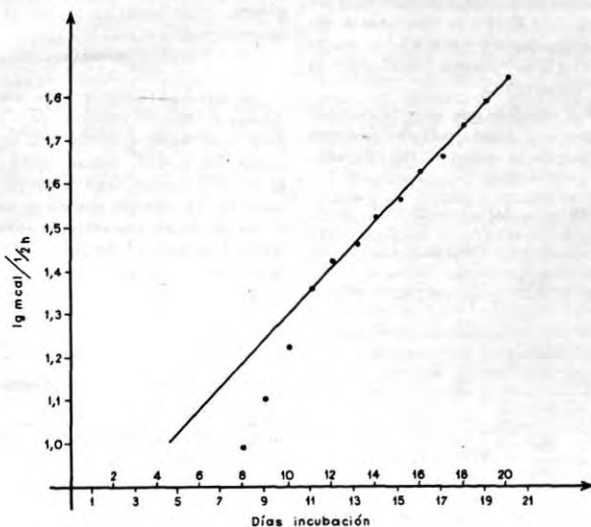
La tabla I da para 14 días un valor de 34 mcal/huevo  $\frac{1}{2}$  h con lo que se obtiene un resultado muy aproximado.

TABLA II

$$C = 5,526 \cdot e^{0,129 x}$$

| x: días incb. | C: mcal/<br>huv $\frac{1}{2}$ h. | x: días incb. | C: mcal/<br>huv $\frac{1}{2}$ h. |
|---------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|
| 0             | 5                                | 11            | 23                               |
| 1             | 6                                | 12            | 26                               |
| 2             | 7                                | 13            | 30                               |
| 3             | 8                                | 14            | 34                               |
| 4             | 9                                | 15            | 38                               |
| 5             | 10                               | 16            | 44                               |
| 6             | 12                               | 17            | 50                               |
| 7             | 14                               | 18            | 57                               |
| 8             | 16                               | 19            | 65                               |
| 9             | 18                               | 20            | 74                               |
| 10            | 20                               | 21            | 84                               |

Como la ecuación (III) da las milicalorías eliminadas por el huevo durante media hora con relación a los días de incubación, por integración entre los límites 0 y 21 días obtendremos la cantidad total de calor que se elimina en los 21 días durante esa media hora de cada día y si luego a dicho valor le multiplicamos



Gráf. 2

Con la ecuación (III) hemos calculado teóricamente las mcal/huevo  $\frac{1}{2}$  h correspondientes a todos los días de incubación. Estos valores figuran en la Tabla II y la curva teórica respectiva es la curva (b) de la gráfica 1.

por 48 o sea  $\frac{24}{0,5}$  para llevarlo a 24 h resultará al final la cantidad total de calor eliminada por un huevo durante el conjunto de 21 días en que transcurre su incubación.

Operando de esa manera resulta:

$$C = \int_0^{21} 5,526 e^{0,129 x} dx$$

$$C = 42,83 [e^{0,129 x}]_0^{21}$$

$$C = 0,539 \text{ cal/huev. } \frac{1}{2} \text{ h } 21 \text{ días}$$

$$C = 0,539 \cdot 48 = 25,87 \text{ cal/huv. } 21 \text{ días}$$

$$C = 25,87 \cong 26 \text{ cal/huv. } 21 \text{ días}$$

Las 26 cal. es el valor que corresponde al término  $-T \Delta S$  de la ecuación (I) de modo que si reemplazamos en dicha ecuación sus dos términos por los valores encontrados resultará:

$$-\Delta U = -\Delta G - T \Delta S$$

$$-\Delta U = -6540 - 26 = -6566 \text{ cal.} = \\ = -6,56 \text{ Kcal.}$$

Durante la incubación el huevo disminuye su energía interna en un valor de 6,56 Kcal correspondiéndole 6,54 Kcal a la disminución del potencial termodinámico y 0,026 Kcal o sea 26 pequeñas calorías a la "energía inutilizable" es decir al calor desprendido.

En cuanto al aumento que sufre la entropía al pasar el huevo al estado polluelo podemos calcularla utilizando la ecuación (II). En efecto: como es:

$$-T \Delta S = -\Delta Q = -26 \text{ cal}$$

será:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{26}{T} \text{ cal/}^\circ\text{K}$$

y siendo:

$$T = 273 + 39^\circ = 312^\circ\text{K}$$

Resulta:

$$\Delta S = \frac{26}{312} = 0,082 \text{ cal/}^\circ\text{K}$$

La entropía aumenta en 0,082 cal/°K al transformarse el huevo en polluelo.

Quedan así demostradas las conclusiones del estudio realizado, en nuestra publicación anterior ("La termodinámica del huevo en incubación") dejando el planteo filosófico, que estos resultados suscita, para discutirlo más adelante a la luz de la bibliografía que reuniremos en un trabajo ulterior.

#### RÉSUMÉ

Dans trois articles successifs, les auteurs démontrent que les modifications chimicophysiques et biologiques de l'oeuf de poule en incubation, coïncident avec une diminution de son énergie libre et une augmentation proportionnelle de l'énergie entropique du système.

Dans ce travail, on calcule les variations entropiques à partir de la chaleur dégagée ( $-T \Delta S$ ) d'après l'équation  $-\Delta U = -\Delta G - T \Delta S$  laquelle traduit le passage de "l'état oeuf" à "l'état poussin" en conditions biologiques.

#### SUMMARY

In three successive articles, the authors demonstrate that the chemical, physical and biological modifications of the hen egg during the incubation period, coincide with a diminution of its free energy, and a proportional increment of the entropic energy of the system.

In this work the entropic variations are estimated on basis of the heat evolved ( $-T \Delta S$ ) according to the equation  $-\Delta U = -\Delta G - T \Delta S$  which expresses the change from "egg state" to "chick state", in biological conditions.

LUIS LEGRESTI

A. ORIOI ANGUERA

Laboratorio de Fisiología y Farmacología,  
Escuela Superior de Medicina Rural, I. P. N.  
México, D. F.

Jefe A. Folch y Pl.

# LIMITES DE IDENTIFICACION QUIMICA Y ORGANOLEPTICA DE RANCIDEZ OXIDATIVA EN MANTEQUILLAS, POR EL METODO DEL ACIDO 2 TIOBARBITURICO<sup>1</sup>

Ninguno de los sabores extraños de la leche, mantequilla y otros productos lácteos ha sido tan ampliamente estudiado, como el sabor oxidado. Este sabor ha recibido gran variedad de nombres tales como: "papeloso", "pulposo", "aceitoso", "yesoso", "jabonoso", etc.; en la actualidad, algunos de estos términos, aunque sinónimos, se usan para denominar pasos progresivos del proceso oxidativo (1).

Las causas del sabor oxidado son múltiples y muy variadas y de una manera arbitraria las podemos dividir en dos grandes grupos:

a. Factores internos, tales como la edad de la vaca, estado de lactancia, salud del animal, alimentación del mismo, etc.

b. Factores externos, como contaminación metálica de la leche, contenido bacteriano, influencia que puedan tener los diversos procesos a que se someta la leche, tales como la pasterización, aereación excesiva, enfriamiento, homogeneización, etc.

Los objetivos del presente trabajo son:

a. Encontrar y relacionar los límites de identificación químicos y organolépticos para la rancidez oxidativa en grasa de leche, usando el método del ácido tiobarbitúrico de Dunkley y Jennings (2) y

b. Adaptarlo para el control industrial de mantequillas.

## PARTE EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo el trabajo se procedió a efectuar pruebas químicas y organolépticas en cuatro series de barras de mantequilla tratadas en diversas formas.

### I.—Tratamiento de las muestras.

*Primera serie.*— Se pusieron en el congelador de un refrigerador doméstico a una temperatura de  $-3^{\circ}$ , efectuándose las pruebas del ácido tiobarbitúrico y organolépticas cada mes.

*Segunda serie.*— Se pusieron en un refrigerador doméstico a una temperatura de  $4^{\circ}$ , efectuándose también las pruebas antes mencionadas mensualmente.

<sup>1</sup>Trabajo presentado al XV Congreso mundial de la Leche en Londres, en 1959.

*Tercera serie.*—Se dejaron a temperatura ambiente efectuándose las pruebas químicas y organolépticas cada tres o cuatro días, empleando una porción representativa de toda la barra.

*Cuarta serie.*—Se mantuvieron a temperatura ambiente efectuándose las pruebas químicas y organolépticas cada tres o cuatro días, con diferentes porciones de la barra: a) Una porción representativa de toda la barra, b) de la superficie y c) del centro de la barra.

II.—Prueba del ácido tiobarbitúrico.—El método del cual se partió para iniciar nuestro trabajo fue el de Dunkley y Jennings para leches (2).

*Reactivos.*—Acido 2 tiobarbitúrico 0,025 M en ácido fosfórico; se prepara mezclando volúmenes iguales de ácido 2 tiobarbitúrico 0,05 M y ácido fosfórico 2 M; no se debe emplear cuando presente precipitado.

*Mezcla extractora.*—Mezcla 2:1 de alcohol isoamílico y piridina.

*Método.*—Con el objeto de adaptar este método, para su empleo cuantitativo en mantequillas, ya que originalmente era específico para leche fluida, se hicieron las siguientes modificaciones:

Se pesaron 2 g de mantequilla en un tubo de ensayo de  $30 \times 145$  mm y se pusieron en baño de agua hirviendo hasta fusión completa, se agregaron 10 ml del reactivo de ácido tiobarbitúrico, agitándose vigorosamente y se dejaron durante 10 min en el baño de agua hirviendo, agitando sin cesar, después de lo cual se enfriaron en agua; se hizo la apreciación semicuantitativa a simple vista del color desarrollado.

Para hacer la lectura cuantitativa fotocolorimétrica, es necesario efectuar la extracción del color, para lo cual se agregaron 30 ml de la mezcla extractora, agitándose el tubo durante 30 seg y centrifugándolo después por 5 min a 1500 r.p.m.; se tomaron 30 ml de la capa superior y se determinó su densidad óptica en el electrofotómetro de Fisher, empleando el filtro de 525 mμ.

Para corregir los valores de densidad óptica por el color condicionado por la mantequilla, se restó la densidad óptica de un testigo tratado con todos los reactivos, menos el ácido tiobarbitúrico. El valor restado 0,048, fue el promedio de diez determinaciones, las cuales variaron entre 0,040 y 0,070.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se señalan a continuación, las apreciaciones gustativas observadas durante el desarrollo de rancidez oxidativa en mantequillas, sometidas a diferentes temperaturas, relacionadas con los valores obtenidos por apreciación semicuantitativa a simple vista, del desarrollo de color en la prueba del ácido tiobarbitúrico y las densidades ópticas obtenidas en las mismas muestras.



Al poner en forma gráfica los valores encontrados en cada una de las diferentes series que se trabajaron, se consignan los valores promedios del producto normal, así como los "valores umbrales" de aparición del sabor y reacción coloreada y se relacionan con los valores obtenidos cuando el producto ya presenta, organolépticamente hablando, el típico sabor oxidado.

*Primera serie.* (fig. 1).

A.—Mantequillas recién producidas a partir de cremas frescas, no presentaron sabor extraño alguno, no dieron color con la prueba del ácido tiobarbitúrico y sus densidades ópticas oscilaron entre 0,025 y 0,040, es decir, eran mantequillas completamente normales.

B.—Las mismas mantequillas a los 90 días de estar en congelación a  $-3^{\circ}$ , empiezan a dar

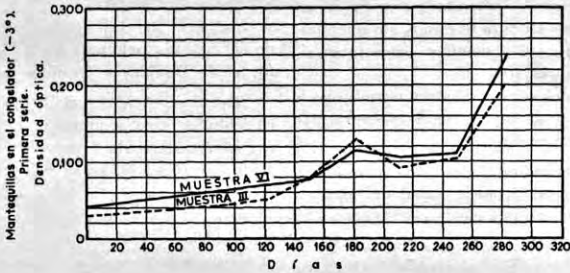


Fig. 1

El desarrollo de la rancidez oxidativa en mantequilla es directamente proporcional a las temperaturas de almacenamiento de éstas y es así como a medida que se refrigeran, se les va alargando la vida.

Hemos podido comprobar la tesis de Holm (3) que sostiene que el sabor oxidado parece desarrollarse a un máximo y después, antes de seguir incrementándose, decrece en intensidad, lo que según él parece indicarnos que hay dos reacciones involucradas, una de formación y la otra de destrucción de los compuestos responsables del sabor (Ver figs. 1, 2 y 3).

positiva a simple vista, la prueba del ácido tiobarbitúrico, lo que nos indica que ha empezado el proceso de rancidez oxidativa, aunque en este punto, todavía no es posible descubrir el sabor, organolépticamente hablando. Los valores de densidad óptica en este caso fueron de 0,042 a 0,064.

C.—A los 152 días de congelación, fue cuando se empezó a percibir, por medio del gusto, el sabor oxidado; la coloración del ácido tiobarbitúrico fue definitiva y los valores de densidad óptica subieron a 0,067 - 0,083. De acuerdo

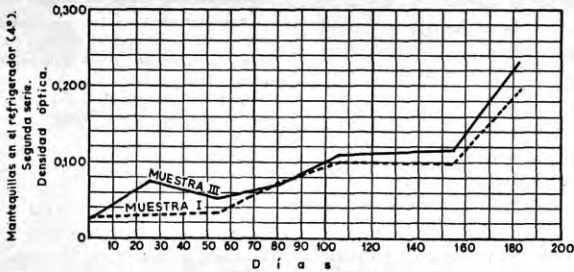


Fig. 2

Los valores obtenidos para las diferentes series de barras, sometidas a diversos tratamientos térmicos fueron los siguientes:

con estas observaciones los valores antes señalados se tomaron como "valor umbral" para la aparición gustativa del sabor oxidado.

*Segunda serie. (fig. 2).*

A.—Mantequillas recién producidas a partir de cremas frescas, no presentaban sabor extraño alguno, no dieron color con la prueba del ácido tiobarbitúrico y sus densidades ópticas oscilaron entre 0,025 y 0,033, es decir, eran mantequillas completamente normales.

B.—Las mismas mantequillas a los 54 días de estar refrigeradas dan ya positiva la reacción del ácido tiobarbitúrico, obteniéndose una coloración ligeramente rosada y densidades ópticas que varían de 0,031 a 0,097.

A los 112 días se empieza a percibir gustativamente la oxidación de la grasa, el color rosado es intenso y las densidades ópticas aumentan a 0,088 - 0,110.

A los 154 días se obtiene un sabor oxidado francamente marcado, color rosado intenso y densidades ópticas de 0,099 en adelante.

*Tercera serie. (fig. 3).*

Las mantequillas que se dejaron a temperatura ambiente daban densidades ópticas inicia-

como avanzaba el proceso de rancidez oxidativa en las mantequillas, confirmandose, tal como se suponía, que la oxidación se desarrolla de la periferia al centro.

APLICACIÓN DE LA PRUEBA

Habiéndose determinado lo que aquí llamamos "valor umbral" de aparición del sabor oxidado, relacionado con la apreciación visual semicuantitativa del color desarrollado con el ácido tiobarbitúrico y los valores cuantitativos de densidad óptica, esta prueba puede tener importancia práctica para evitar fuertes pérdidas por enranciamiento, al seleccionar mantequillas que vayan a almacenarse en congelación, por las siguientes razones:

1º—La prueba semicuantitativa es posible de realizar con personal no técnico, al cual sólo se le ha instruido rápidamente para tal efecto.

2º—Cuando la prueba semicuantitativa dé huellas de color, dichas mantequillas se pueden enviar al laboratorio a efecto de hacerles la

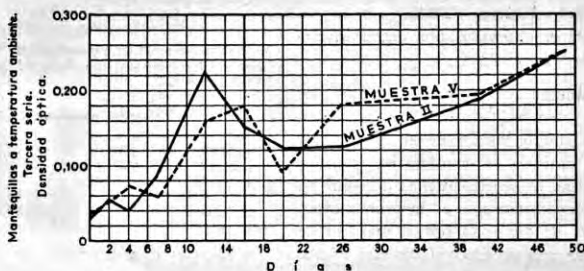


Fig. 3

les que variaban de 0,025 a 0,041. Se obtuvieron huellas de coloración al efectuar la reacción del ácido tiobarbitúrico a los dos días, encontrándose entonces densidades ópticas de 0,048 a 0,072.

A los cuatro días se obtiene un color francamente rosado con lecturas de densidad óptica de 0,074 a 0,141 y sólo hasta los 20 días es cuando organolépticamente se empieza a descubrir un ligero sabor oxidado, las densidades ópticas se incrementan a valores de 0,090 a 0,142.

*Cuarta serie.*

Esta serie, o sea la de diferentes porciones de la barra de mantequilla, a temperatura ambiente, se hizo únicamente con el objeto de ver

prueba cuantitativa. En caso de que no se tenga un electrofotómetro, habrá que evitar congelarlas por ser ya mantequillas sospechosas.

3º—Al efectuarse la prueba cuantitativa, la cual no es muy complicada, puesto que se puede llevar a cabo en series y en un tiempo no mayor de 45 min a 1 h, se puede determinar con bastante precisión, cuáles mantequillas están ya cerca o han rebasado los límites establecidos de densidad óptica y por ende su grado de oxidación, aceptándolas o eliminándolas para la congelación. Como se puede deducir de la figura 1 las mantequillas que presenten valores de densidad óptica de 0,025 hasta 0,064 pueden ser congeladas hasta por 122 días sin que

todavía aparezca en ellas el sabor oxidado. Hay que hacer notar que como las temperaturas empleadas en la congelación comercial son mucho menores de  $-3^{\circ}$ , en teoría este periodo de 122 días se incrementará enormemente.

4º.—Por último el método es aconsejable para seguir el proceso de oxidación en mantequillas ya congeladas, para que cuando éste se vaya acercando a los valores umbrales, inmediatamente se disponga de ellas y se eviten pérdidas inminentes.

#### RESUMEN

1.—Se presenta una modificación al método del ácido tiobarbitúrico de Dunkley y Jennings para adaptarlo a mantequillas.

2.—Se dan las identificaciones hechas del sabor oxidado por apreciación gustativa, en mantequillas sometidas a diferentes temperaturas de almacenamiento y se relacionan con los valores semicuantitativos obtenidos por la apreciación a simple vista del desarrollo de color en la prueba del ácido tiobarbitúrico (TBA) y con los valores cuantitativos obtenidos por determinaciones de densidades ópticas.

3.—Se establecen los "valores umbrales" de aparición del sabor oxidado en la prueba semicuantitativa a simple vista y de la cuantitativa por densidad óptica y se aconseja no congelar mantequillas que presenten huellas de color en la prueba semicuantitativa, o en la prueba cuantitativa valores de densidad óptica mayores de 0,064, obtenidos con un electrofotómetro Fisher

con filtro de 525 mμ y bajo las mismas condiciones de esta prueba.

#### RÉSUMÉ

On décrit une modification à la méthode de l'acide thiobarbiturique de Dunkley et Jennings, adaptée à l'analyse du beurre.

On établit une corrélation entre le goût oxidé subjectivement perçu dans les beurres conservés à différentes températures et le dosage réalisé, soit par évaluation à l'oeil nu de la couleur développée pendant le test à l'acide thiobarbiturique, soit déterminé par la densité optique.

On donne les "valeurs liminaires" de l'apparition du goût, d'après les résultats de l'épreuve à l'oeil nu, ou obtenus par évaluation de la densité optique. On conseille ne pas congeler les beurres qui donnent des traces de couleur à l'épreuve semiquantitative, ou bien, des valeurs de densité optique supérieures à 0,064 avec le photomètre électrique Fisher, avec filtre de 525 mμ dans les mêmes conditions de cette épreuve.

MARIO RAMOS CORDOVA  
LUIS FELIPE CONTRERAS

Asociación Nacional de Productores de Leche Pura, A. C.  
Calle de Berna 6, esq. con Reforma.  
México 6, D. F.

#### NOTA BIBLIOGRÁFICA

1. STROBEL, D. R., W. G. BRYAN, y C. J. BABCOCK, *Flavors of Milk. A Review of literature*. U. S. Dep. of Agric., 1953.
2. DUNKLEY, W. L. y W. G. JENNINGS, *J. Dairy Sci.*, **34**: 1064, 1951.
3. HOLM, G. E., *Milk Pl. Mon.*, **40** (11): 38, 1951.

# ESTUDIO COMPARADO DE LA ACCIÓN DE VARIAS RADIACIONES Y DE LOS ULTRASONIDOS SOBRE LAS ESPORAS DE RHIZOPUS NIGRICANS

La variada acción de las radiaciones sobre los organismos permite determinar su radiosensibilidad o su radiorresistencia. Los datos recogidos en los experimentos radiobiológicos tienen una gran importancia, ya que toda alteración intencionada de las funciones vitales, nos comunica datos preciosos acerca de la naturaleza íntima de las mismas.

El efecto de las radiaciones tiene un doble carácter fisicoquímico y biológico (1, 2). El efecto primario o físico es la ionización o excitación de los átomos y dura sólo millonésimas de segundo. El efecto secundario depende de una larga cadena de reacciones radioquímicas, que comienzan por la disociación de las moléculas cuyos átomos han sido alcanzados por los rayos incidentes. Al contrario del primario, este efecto químico puede desarrollarse en un plazo muy largo, y decide el desenlace final en cuanto al efecto biológico, según sean, o no, compatibles los productos finales de dichas reacciones con la vida y las funciones normales de los organismos irradiados.

El efecto biológico puede entrañar la muerte en el caso más extremo. Otras veces puede alterarse el crecimiento (su reducción o su estímulo). Es posible también la aparición de una serie de anomalías de todo tipo con cambios morfológicos o funcionales. Son siempre probables cambios en la herencia, ya que las células resultan más sensibles al reproducirse, siendo el núcleo con sus cromosomas la parte más vulnerable (3, 4, 5). Los cambios biológicos pueden permanecer latentes y manifestarse al cabo de mucho tiempo, como en los casos tantas veces publicados de transformaciones cancerosas aparecidas decenas de años después de una aplicación radioterapéutica.

Respecto al mecanismo de la acción biológica, existen múltiples teorías, cada una de las cuales considera un aspecto particular. Primero se utilizó la llamada *teoría del blanco*, que consideraba los pequeños organismos bombardeados por proyectiles más pequeños todavía, definiendo el impacto por la formación de un par de iones en el objetivo, determinando después el número de impactos necesarios para causar un particular efecto biológico y también el volumen sensible (1, 6). Últimamente, se concede importancia a los cambios en la concen-

tración iónica o en la presión osmótica (rotura de macromoléculas) con su influencia en la permeabilidad celular (2). Hay un acuerdo hoy día en estudiar con todo detalle la alteración en el estado coloidal y la parte química de la acción biológica, comprobando que el efecto protector de ciertas sustancias está fundamentado en que impiden el desarrollo de varias reacciones químicas o en que mantienen la estabilidad de determinados coloides (1, 7, 8, 9).

Creemos, sin embargo, que es necesario también investigar el efecto primario, actuando sobre organismos sencillos, con el nivel más bajo posible de funciones vitales. En nuestros experimentos (10), utilizamos esporas sometidas a temperaturas extremadamente bajas para que estuvieran, prácticamente, en un estado vítreo de vida latente (11, 12). Nuestros resultados demostraron que la radiación produce una alteración inicial en la estructura celular, que se pone después de manifiesto cuando la espora se coloca en un medio de cultivo. El efecto radioquímico es sólo complementario, con menor influencia a temperaturas muy bajas. Aunque la irradiación a la temperatura ambiente producía cuantitativamente mayores daños, estos eran siempre del mismo tipo morfológico, con independencia de la temperatura y del nivel del metabolismo (10).

El presente trabajo tiene como objetivo comparar los efectos de diversas radiaciones. Escogimos las partículas  $\alpha$  y los rayos ultravioleta, es decir, radiaciones corpusculares de enorme energía, que producen un gran número de pares de iones (además de la excitación de átomos) y ondas electromagnéticas de la región del ultravioleta, cuyo efecto principal es la excitación de los átomos sin que lleguen a ionizarse. La comparación entre las radiaciones debe hacerse por el doble criterio de su efecto físico y biológico. Las radiaciones ionizantes se relacionan con ayuda del *rep* (roentgen equivalent physical), que es la dosis de una radiación ionizante que es absorbida en el tejido tipo (o en el aire) de la misma forma que 1 r (roentgen) de rayos X o gamma (13). La diversidad de determinaciones de dicha absorción de energía (de 60 a 100 ergios/gramo en función de la naturaleza del medio y de la longitud de onda de los rayos) ha sido subsanada con la más reciente introducción del *rad*, que se define como una dosis absorbida de 100 ergios/gramo (14). Al irradiar microorganismos (como las esporas en nuestro caso), hay que calcular no la dosis me-

dia, sino la que realmente recibe cada espora (15). Para esto ayudan las tablas que nos dan la posibilidad de calcular el número de ionizaciones producidas en función de la energía incidente y de la penetración de las partículas. Con dicho número está relacionada la llamada transferencia lineal de energía de la partícula al medio material que atraviesa, abreviadamente se designa por *let* (lineal energy transfer) y se mide en Kilo-electrovoltios por micra ( $\text{KeV}/\mu$ ) (14). La comparación del efecto biológico sobre los organismos se lleva a cabo utilizando la unidad *rem* (roentgen equivalent man), que es la dosis de una radiación ionizante que produce el mismo efecto que 1 r de rayos X o gamma (generalmente, rayos X de 200 KV). Existe además la efectividad biológica relativa o *rbe* (relative biological effectiveness) que es inversamente proporcional al número de *rads* necesarios para producir el efecto. Los valores de la *rbe* son distintos para cada radiación y para cada acción diferente. Para rayos gamma de gran energía, 0,7 es un valor típico, en cambio para partículas ionizantes pesadas cuya *let* es muy elevada, valores entre 3 y 20 son corrientes (13, 14). En analogía con los métodos modernos de física nuclear podría determinarse la sección eficaz de los pequeños objetos biológicos (las esporas) y su volumen sensible para las radiaciones (16).

En nuestro caso, como no empleamos más radiación ionizante que las partículas alfa, que comparamos con los rayos ultravioleta que sólo producen excitación atómica, basta medir la energía absorbida en ergios por cada espora. Además de esta relación cuantitativa, el efecto biológico relativo nos dará la cualitativa (el factor lambda de la Radiobiología).

Hemos querido comparar también el efecto de las radiaciones con el de los ultrasonidos. La energía mecánica de las vibraciones ultrasonoras provoca la excitación y la rotura de las macromoléculas. Dicha energía se transforma, en su mayor parte, en calor, elevándose notablemente la temperatura. La acción primaria se considera en este caso como de origen mecánico y térmico, determinando modificaciones en la estructura, punto de partida de la acción secundaria de una cadena de reacciones químicas, base del efecto biológico (17, 18). Este último puede ser tan diverso, en principio, como en el caso de las radiaciones, con ciertas limitaciones debidas a las modalidades del empleo de los ultrasonidos: aplicación directa en suspensión líquida para los

pequeños organismos, con acción menos eficiente que otras radiaciones, debido a las discontinuidades del campo ultrasonoro, que localiza el efecto en pequeñas zonas en los organismos más complejos (19). También aparece aquí, la importancia de los cambios en la permeabilidad celular, nada sorprendente al pensar en los cambios coloidales originados (20). La dosificación de los ultrasonidos se hace por medio de sus efectos mecánicos, piezoeléctricos, ópticos, térmicos y de sonoluminiscencia (21, 22). Nosotros escogimos un método calorimétrico para nuestras suspensiones de esporas, empleando pares termoelectrónicos para medir la elevación de temperatura al ser absorbida la energía ultrasonora, transformándose en calor (23, 24, 25). Este método es efectivo siempre que no tengan lugar reacciones químicas que afecten al balance energético. Las medidas dan, sin embargo, valores medios. Las citadas discontinuidades del campo hacen muy difícil el calcular la energía real absorbida por esporas aisladas.

La comparación entre los efectos mecánico-térmicos de los ultrasonidos con los específicos de ionización y excitación atómicas de las radiaciones, nos permiten comprender mejor la naturaleza de los efectos primarios, así como la importancia de los secundarios considerados.

#### MÉTODO EXPERIMENTAL

1. Como objetivo biológico hemos utilizado las esporas del hongo *Rhizopus nigricans*, del orden de los Zigomicetos, familia de las Mucoráceas. Las esporas secas tienen forma elipsoidal, de una sección media de  $9 \times 7 \mu$  (en promedio tomamos  $8 \mu$  de diámetro). Fueron cultivadas en el medio sintético de Raulin (26), de la siguiente composición:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| agua                | 1 500 g |
| sacarosa            | 70 g    |
| ácido tartárico     | 4 g     |
| nitrito amónico     | 4 g     |
| fosfato amónico     | 0,6 g   |
| carbonato potásico  | 0,6 g   |
| sulfuro amónico     | 0,25 g  |
| carbonato magnésico | 0,6 g   |
| + 2-3% de agar-agar |         |

En este medio, las esporas rápidamente germinan y se reproducen. A las 16 h de la siembra la hifa tiene una longitud media de 0,5 mm, después se ramifica y crecen de ella los esporangióforos y en su extremo los esporangios con las esporas. A los 7-8 días los esporangios están maduros, se recogen con pinzas y a los dos meses las esporas halláanse tan secas que no es necesario utilizar un secador.

2. Las esporas se extendían para los experimentos con radiaciones sobre un cubreobjetos con ayuda de una agu-



ja y mirando al microscopio. Se distribuían de tal manera que estuvieran aisladas, en número de 500-1000 en 1 cm<sup>2</sup>. La manipulación bajo el microscopio se reducía al mínimo, ya que la luz de un foco corriente mata las esporas de *Rhizopus nigricans* a los 20-30 min de exposición (27).

3. Una vez irradiadas las esporas, el cubreobjetos con ellas se ponía en contacto con la cara superior de un prisma, de base cuadrada de 1 cm de lado y de altura de unos 3-5 mm, recortado del medio gelatinoso de cultivo y colocado sobre un portaobjetos. Las esporas quedaban adheridas a la superficie de dicho prisma, que con su soporte se colocaba en un termostato (a 20°) para la germinación.

Cuando se ensayaban los ultrasonidos, las esporas tenían que estar en un medio líquido, para lo cual se preparaba una suspensión de ellas en agua, en cantidad de 10 000-20 000 por ml. Después de someter la suspensión a la acción de las ondas ultrasonoras, se dejaba caer una gota de la misma sobre la superficie de una parte del medio de cultivo recortado con las dimensiones indicadas en el párrafo anterior, con la que quedaba efectuada la siembra, procediéndose después a la germinación en el termostato a la temperatura ya señalada.

Siempre que se realizaban siembras de esporas previamente sometidas a la acción de agentes físicos (a la temperatura ambiente, 20°), se sembraban otras que habían estado libres de dichas influencias para que sirvieran de comprobación.

4. Para juzgar sobre la vitalidad de las esporas, se tenía en cuenta su capacidad para germinar y crecer.

Los preparados colocados en el termostato, se examinaban a las 16 h con un microscopio. Las esporas se dividían en 5 categorías por su crecimiento (28). I categoría: esporas que quedaban en su forma original, sin germinar ni imbibirse. II categoría: las que no germinan pero que absorben agua redondeándose. III categoría: las que germinan, pero cuya hifa no es más larga que tres veces la sección de una espina imbibida. IV categoría: con hifa doble que en la categoría anterior. V categoría: esporas que crecían normalmente, con hifas por lo general ramificadas. Según otros autores (29, 30), las dos primeras categorías comprenden las esporas muertas, las tres restantes corresponden a las vivas que se incluyen en el tanto por ciento de sobrevivientes.

Para el tanto por ciento de sobrevivientes se utilizaba la fórmula  $p = \frac{v \times 100}{s}$  donde  $v$  es el número de esporas vivas y  $s$  el total de esporas vivas o muertas.

Cuando contamos con varios preparados de número total de esporas,  $s_1, s_2, s_3, s_4, \dots$  y en cada uno, los tantos por ciento de sobrevivientes:  $p_1, p_2, p_3, p_4, \dots$  el porcentaje medio será:

$$\bar{p} = \frac{s_1 p_1 + s_2 p_2 + s_3 p_3 + s_4 p_4 + \dots}{s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + \dots}$$

En general, la suma  $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 \dots$  era igual a 2000-5000 esporas.

El error medio del tanto por ciento de sobrevivien-

tes fue calculado para  $n$  preparados por la fórmula siguiente:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{s_1(\bar{p} - p_1)^2 + s_2(\bar{p} - p_2)^2 + \dots + s_n(\bar{p} - p_n)^2}{(n-1)(s_1 + s_2 + \dots + s_n)}}$$

Dicho error medio fue siempre de  $\pm 1$  a 4.

5. Como fuente de rayos alfa se utilizó una placa de plata, de  $1 \times 1$  cm activada por un lado con un depósito de polonio (Po, RaF).

Al comienzo del experimento, la placa emitía  $5.77 \times 10^6$  partículas alfa  $\text{seg}^{-1} \text{cm}^{-2}$ . Por medio de fotografías y de pruebas biológicas se demostró que la superficie emisora no irradiaba de modo homogéneo. Por esto, resultaba imposible aplicar ciertas fórmulas empíricas propuestas (15). Por medio de una cámara de ionización, se determinó al comienzo de los experimentos, que sobre una superficie circular de 7 mm de diámetro colocada paralelamente a la placa emisora (a una distancia de 0.3-0.4 mm, la misma que en los experimentos biológicos), caían por segundo  $56 \times 10^5$  partículas alfa, y por minuto  $336 \times 10^5$ , es decir, inciden unas 439 por minuto sobre cada espina. Para el cálculo de la irradiación, se tuvo en cuenta la desintegración exponencial del polonio, fijando en una tabla los correspondientes incrementos diarios de los tiempos de exposición para conseguir una misma dosis.

La dosis física en unidades  $r$  (roentgen) fue calculada para 1 cm<sup>2</sup> de aire y resultó igual a  $1.25 \times 10^4$  r. min<sup>-1</sup> al comienzo de los experimentos (en *reps*). El promedio de ionizaciones producidas por una partícula alfa en 1 cm de trayectoria en el aire en condiciones normales, se tomó igual a  $3 \times 10^6$ . Como el alcance de las partículas alfa del polonio es en el aire de cerca de 4 cm, alcanzan a las esporas casi al comienzo de su trayectoria con una energía de unos 5 MeV (energía inicial: 5.289 MeV). En una micra del recorrido de cada partícula en la espina, surgen unas 2504 ionizaciones primarias y secundarias (1). Teniendo en cuenta que la longitud media de dicho recorrido es de  $6 \mu$  y que cada ionización exige unos 35 eV, pudimos calcular la energía absorbida por cada espina, que resultó igual a  $3.6 \times 10^{-4}$  erg. min<sup>-1</sup> (el tiempo referido al empleado al comienzo de los experimentos). Las esporas fueron irradiadas durante 1-9 min (referidos también a los necesarios al comienzo de los experimentos, que se incrementaban después según la tabla citada de la desintegración del polonio).

6. Los rayos ultravioleta los facilitó una lámpara clínica (sol de montaña) con emisor de paredes de cristal de cuarzo, tensión de la red de 220 V, tensión de trabajo 100-145 V, potencia de 500 W, flujo luminoso de 20 000 lúmenes. La distancia de irradiación fue de 65 cm. Se utilizó un par termoelectrónico de Moll, graduado con una buja patrón de Hefner, para medir la energía incidente de los rayos luminosos a dicha distancia (31). Resultó de  $1.8 \times 10^6$  erg. cm<sup>-2</sup>. min<sup>-1</sup> ( $\frac{2}{3}$  de la energía correspondía a los rayos ultravioleta). Cada espina recibía por tanto, en promedio, 0.9 erg. min<sup>-1</sup> de energía de los rayos. Este valor tenía ciertas variaciones, ya que la intensidad de la lámpara no era completamente uniforme. Esa cifra representará la energía absorbida sólo en un caso extremo, ya que parte de ella será reflejada y



no absorbida. Las esporas fueron irradiadas con rayos ultravioleta durante periodos de hasta 17 min 30 seg.

7. Para apreciar el efecto de los ultrasonidos, utilizamos un aparato clínico de una potencia máxima ultrasonora de 60 W y una frecuencia del cristal piezoeléctrico de cuarzo de 800 Kilociclos, tensión máxima de encendido del cátodo 23 V, corriente anódica máxima de 180 mA. La superficie libre del cristal, circular con 3 cm de diámetro. Parte del aplicador terapéutico fue modificado, colocando un tubo metálico de 6 cm de diámetro y 12 cm de largo. Se formó así un recipiente, que se llenaba de aceite, en cuyo fondo estaba el cristal. Un tubo de ensayo con 2 ml de suspensión de esporas se sumergía en el centro del baño oleoso ultrasonoro, en la zona de mayor energía de vibración. El tubo debía ocupar siempre la misma posición con relación al nivel constante del baño, para lo cual se sumergía muy poco, rompiendo sólo con su fondo plano la superficie tensa del aceite. Además de la comprobación normal de la germinación de las esporas, para excluir el efecto de la elevación de la temperatura provocada por la absorción del ultrasonido, sometimos a nuestra suspensión a la acción de una temperatura similar a la alcanzada bajo la acción ultrasonora y durante análogos lapsos, para determinar su efecto sobre el crecimiento. Examinamos tanto la influencia del tiempo de acción de los ultrasonidos a intensidad constante, como la de las diversas intensidades aplicadas en iguales intervalos de tiempo. Finalmente apreciamos el efecto de la concentración de las esporas en la suspensión y el del grado de imbibición de las mismas.

La medida de la energía de los ultrasonidos absorbida por la suspensión de esporas fue realizada por nuestro método calorimétrico (24). No evitábamos las pérdidas de calor y nos limitábamos a anotar la variación de temperatura (con pares termoelectrónicos de cobre-constantán) de la suspensión durante todo el periodo de irradiación. La temperatura se elevaba poco a poco con el tiempo. Al desconectar después la fuente ultrasonora, observábamos a su vez la forma en que descendía progresivamente la temperatura. Las curvas trazadas con los datos recogidos nos permitían calcular, de forma aproximada, las constantes de las fórmulas que regulan los cambios caloríficos con el medio ambiente del baño ultrasonoro (24). De esta forma era fácil obtener la energía de los ultrasonidos absorbida por la suspensión de esporas y transformada en calor. Los valores calculados para encendidos catódicos de 18, 20 y 22 V fueron respectivamente de  $1.2 \times 10^6$ ,  $2.1 \times 10^6$  y  $2.4 \times 10^6$  erg.  $\text{cm}^{-2}$ .  $\text{min}^{-1}$ . Al volumen de cada espora le corresponden, por tanto,  $3.2 \times 10^{-2}$ ,  $5.6 \times 10^{-2}$  y  $6.4 \times 10^{-2}$  erg.  $\text{min}^{-1}$ , pero en este caso, se deben tener en cuenta los cambios locales debidos a los enrarecimientos y dilataciones ocasionados por las ondas ultrasonoras, por lo que un valor medio es poco aproximado. Además, resulta difícil precisar en que proporción es absorbida dicha energía por las propias esporas, en comparación con las cifras relativas a la suspensión en su conjunto. Las esporas fueron sometidas al campo ultrasonoro durante periodos de 1 a 10 min.

## RESULTADOS

1. La germinación normal del *Rhizopus nigricans*, cuando no había sido sometido a irra-

diación alguna, fue comprobada constantemente a lo largo de las investigaciones. Durante el tiempo en que se realizaron pruebas con partículas alfa y rayos ultravioleta, el crecimiento normal fue de  $95\% \pm 1$  (21 experimentos con unas 18 000 esporas). Después de varios meses, cuando se realizaron los experimentos con los ultrasonidos, dicho valor descendió, por causas que ignoramos, al  $83\% \pm 5$  (6 comprobaciones con más de 3 000 esporas). Para calcular la proporción relativa de sobrevivientes, después de ser sometidas las esporas a la acción de las radiaciones o del ultrasonido, se descontaba en cada caso el defecto natural de germinación correspondiente. Esta corrección resultó de gran importancia en el caso de las ondas ultrasonoras, ya que variaba mucho el sentido y la interpretación de los resultados.

El desarrollo de las esporas en condiciones normales dio la siguiente distribución por categorías:

TABLE I

ESPORAS QUE CRECEN EN CONDICIONES NORMALES

|                |       |
|----------------|-------|
| I categoría:   | 5 %   |
| II categoría:  | 0.3 % |
| III categoría: | 0.7 % |
| IV categoría:  | 3 %   |
| V categoría:   | 91 %  |

2. *Partículas alfa*.—Las esporas fueron irradiadas de 1 a 9 min, con diferencias de 1 min (como ya se ha indicado, el tiempo está referido al necesario en el comienzo de los experimentos). La proporción de sobrevivientes osciló entre el 99 y el 11%, se pudo distribuir los resultados sobre una curva de tipo sigmoidal (ver fig. 1). El número total de experimentos fue de 93 con más de 80 000 esporas.

Resultó la siguiente distribución de las esporas por categorías:

TABLE II

ESPORAS IRRADIADAS CON PARTÍCULAS ALFA

|               | Tiempo de irradiación |       |       |
|---------------|-----------------------|-------|-------|
|               | 1 min                 | 5 min | 9 min |
| I categoría   | 0.5%                  | 39%   | 73%   |
| II categoría  | —                     | 15%   | 12%   |
| III categoría | 19 %                  | 36%   | 14%   |
| IV categoría  | 59 %                  | 9%    | 1%    |
| V categoría   | 21.5%                 | 1%    | —     |

La dosis letal mínima para el 50% de las esporas ( $DL_{50}$ ) resultó ser en promedio igual a

$1,7 \times 10^{-3}$  erg, que es la energía absorbida por cada espora en forma de ionizaciones.

3. *Rayos ultravioleta*.—La duración de la irradiación fue de 3 min 30 seg a 17 min 30 seg (con diferencias de 3 min 30 seg). La proporción de sobrevivientes osciló entre el 96 y el 12%. Los resultados pudieron también acoplarse sobre una curva de tipo sigmoidal (fig. 1). El número total de experimentos fue de 15 con más de 12 000 esporas.

La distribución por categorías fue la siguiente:

TABLA III  
ESPORAS IRRADIADAS CON RAYOS ULTRAVIOLETA

|               | Tiempo de irradiación |                  |                  |
|---------------|-----------------------|------------------|------------------|
|               | 3 min<br>30 seg       | 10 min<br>30 seg | 17 min<br>30 seg |
| I categoría   | —                     | 32%              | 86%              |
| II categoría  | 5 %                   | 25%              | —                |
| III categoría | 31,5%                 | 22%              | 5%               |
| IV categoría  | 48 %                  | 15%              | 6%               |
| V categoría   | 15,5%                 | 6%               | 3%               |

La  $DL_{50}$  fue calculada como probablemente no superior a 9 erg, en energía absorbida por cada espora en forma de excitaciones atómicas. Sin embargo, podría ser menor, ya que una parte de la energía incidente puede ser reflejada, como señalábamos antes.

4. *Ultrasonidos*.—Al investigar la influencia del factor tiempo, bajo un encendido catódico de 20 V, se obtuvieron 84,5, 57,7 y 47,7% de sobrevivientes, por acciones de las ondas ultrasonoras de 1, 5 y 10 min de duración respectivamente.

La influencia de las intensidades se observó para encendidos de 18, 20 y 22 V y 5 min de aplicación. Los resultados fueron, en cada caso correspondiente, 84,8, 74,8 y 66,8%.

La forma de las gráficas trazadas a base de los resultados anteriores fue diferente de las curvas obtenidas con partículas alfa y rayos ultravioleta. Cuando variaba sólo el tiempo de aplicación la curva adoptó una forma exponencial (fig. 2). Sin embargo, al cambiar la intensidad, se estableció una relación lineal, al menos en la zona correspondiente a los datos obtenidos, estableciéndose que el tanto por ciento de sobrevivientes es inversamente proporcional a la energía absorbida en la unidad de tiempo.

En este caso, no hubo necesidad de clasificar las esporas por categorías, ya que o bien germi-

naban y se desarrollaban con toda normalidad, al igual que las no sometidas previamente a la acción de los ultrasonidos, o permanecían inalteradas en el estado inicial, sin el más mínimo cambio. Es decir se distribuían, en su gran mayoría, entre las categorías I y V.

La  $DL_{50}$  fue en este caso del orden de 0,4-0,5 erg, en energía ultrasonora absorbida por cada espora. Para los experimentos en que variaba el tiempo de aplicación de los ultrasonidos obtuvimos 0,46 erg y cuando cambiábamos la intensidad 0,48 erg.

La acción del calor procedente de una fuente térmica corriente en lugar de las ondas ultrasonoras, demostró poca influencia (90% de sobrevivientes) en la germinación y en el desarrollo de las esporas, cuando la suspensión de éstas fue sometida durante 5 y 10 min a temperaturas cada vez más elevadas que llegaron a 50°. El ultrasonido hizo aumentar la temperatura de los 2 ml de suspensión de esporas en 5 min 11,2°, 18,0° y 24,9°, para encendidos respectivos de 18, 20 y 22 V. En otra comprobación, la temperatura de la suspensión aumentaba 29,7° sobre la del medio ambiente (unos 20°), cuando se aplicaba 10 min el ultrasonido bajo un encendido de 20 V. Es decir, durante los experimentos de este tipo, las esporas no estuvieron nunca sometidas a una temperatura mayor de 50°.

Las diversas concentraciones de esporas en la suspensión, de 10 000/ml, 5 000/ml y 2 500/ml, no demostraron influencia apreciable cuando se sometieron en las condiciones generales a la acción de los ultrasonidos. Para 5 min de aplicación, con encendido catódico de 20 V, obtuvimos respectivamente 54,9, 50,2 y 52,4% de sobrevivientes.

Tampoco demostró jugar ningún papel la imbibición de las esporas. No hubo mayor efecto del campo ultrasonoro en las esporas conservadas un día en agua, que en las otras que se incorporaban a la suspensión inmediatamente antes de aplicar el ultrasonido.

En total, se realizaron con los ultrasonidos unos treinta experimentos con más de 25 000 esporas.

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican claras diferencias entre la acción de los diversos agentes (partículas alfa, rayos ultravioleta y ultrasonidos) sobre las esporas.

1. Las *partículas alfa* producen una acción destructora, que se aprecia principalmente cuando se observan los cambios morfológicos en el desarrollo de las esporas que han sobrevivido a la irradiación. De hecho, todas las esporas son afectadas en mayor o menor grado, ya que incluso las que germinan detienen pronto su crecimiento, nunca se desarrollan de una manera normal y presentan una serie de deformaciones, haciendo desaparecer, en la práctica, la categoría V.

La distribución sigmoidal de los tantos por ciento de sobrevivientes en relación con la dosis (fig.1) indica el efecto cumulativo de los daños

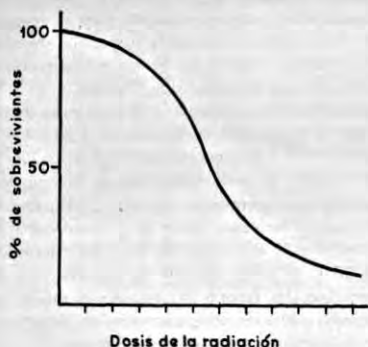


Fig. 1

y retrasos en el crecimiento, una vez iniciado éste, tienen alguna importancia. Cuando la irradiación va adquiriendo una potencia destructiva mayor, cada vez son más las esporas que ni siquiera germinan y las restantes categorías están menos representadas.

2. Los *rayos ultravioleta*, en cambio, parecen actuar con sus excitaciones de los átomos, sobre un determinado centro o proceso vital de las esporas, pero sin provocar lesiones progresivas acumuladas ni deformaciones como en el caso de las partículas alfa. Prácticamente, las esporas o no germinan o lo hacen de modo normal, desarrollándose después en cuanto a su forma co-

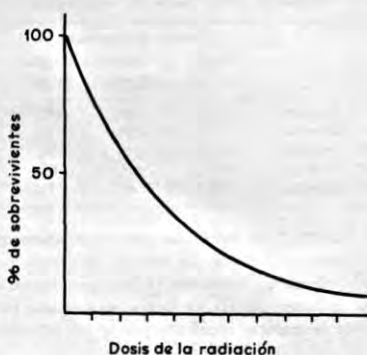


Fig. 2

producidos. Una parte de las esporas muere por una dosis menor, otras necesitan una dosis mayor según la resistencia particular de cada una de ellas. Hay además una acumulación de lesiones, ya que por término medio se producen en cada espora 6 millones de ionizaciones por minuto. No parece lógico, por tanto, tratar de aplicar en este caso la teoría de los blancos, intentando explicar el efecto biológico por la acción de una o de algunas pocas ionizaciones (impactos) dentro de un posible volumen sensible.

El análisis de la Tabla II indica que al aumentar las dosis hay un ascenso progresivo de la I categoría y un descenso correspondiente de la V. Las demás categorías crecen hasta llegar a un máximo y luego disminuyen con el incremento de la energía recibida. La II es la menos nutrida y sus variaciones son lentas. En cambio, la III y la IV presentan máximos acusados a dosis relativamente bajas. Es decir, mientras éstas no son demasiado elevadas, las detenciones

mo si no hubieran sido irradiadas. Sólo se aprecia en este último caso un cierto retraso en el crecimiento. Las categorías intermedias (II, III y IV) acusan esta situación, la primera de ellas está más representada a dosis altas, las otras dos a dosis más bajas, como corresponde al daño relativo producido en cada caso. La forma sigmoidal de la curva de sobrevivientes indica que también ahora influye la resistencia individual de las esporas.

3. Los *ultrasonidos* actúan también sobre algún centro vital o algún proceso bioquímico importante estrechamente ligado a la propia posibilidad de la germinación y al crecimiento de las esporas, quizá al producir la rotura de algunas macromoléculas principales. Esta acción específica está aún más señalada que en el caso de los rayos ultravioleta. El campo ultrasonoro, como indicábamos, detiene o no el proceso de desarrollo, pero no produce retrasos, ni menos deformaciones, en este último. Las categorías tie-

nen el mismo aspecto que las observadas en esporas no sometidas a los efectos de los ultrasonidos, ni de otro agente físico extraordinario. Es decir, sólo están representadas de hecho las categorías I y V.

Esta polaridad de los resultados (vida normal o muerte) quizás sea debida a las constantes interferencias de las ondas ultrasonoras en la suspensión de esporas. Hay ondas que entran a través del vidrio y que luego se reflejan múltiples veces en las paredes opuestas o en la superficie de separación con el aire. Se forma, en resumen una imagen no estática sino dinámica, que cambia con rapidez en el tiempo, con lugares de cambios máximos de la presión acústica y lugares con alteraciones mínimas, es decir, vientres y nodos. Según adonde van a parar las esporas en su continuo movimiento, son dañadas por la vibración o quedan intactas. La acción ulterior del ultrasonido va produciendo la disminución constante del número de esporas todavía no afectadas, lo que a su vez reduce progresivamente la cantidad de esporas que van dañándose. Esto explica el carácter exponencial de la curva de sobrevivientes al variar el tiempo de aplicación de una cierta intensidad ultrasonora. Al aumentar esta última produce un mayor efecto y se incrementan las dimensiones de los lugares peligrosos para las esporas. Esto lo confirma la disminución proporcional del número de sobrevivientes. Sin embargo, dicho descenso será lento, lo que explica las dificultades para emplear los ultrasonidos como agente desinfectante.

Hay que señalar que en los experimentos con ultrasonidos tenían influencia una serie de condiciones no fácilmente reproducibles, por ser algunas de ellas desconocidas. Si pruebas similares se repetían después de varios días, los resultados a veces diferían bastante. Por ejemplo, esto se aprecia en los porcentajes de sobrevivientes para la variación del tiempo de aplicación si se comparan con los obtenidos para el cambio de la intensidad ultrasonora, respecto de una exposición igual que aparece en ambos casos (5 min de aplicación a encendido de 20 V).

3. La comparación de las  $DL_{50}$ , en ergios absorbidos por espóra, para partículas alfa, rayos ultravioleta y ultrasonidos, no puede ser establecida de modo preciso por las razones que se expusieron oportunamente. Sin embargo, si aceptamos los valores aproximados indicados, aparecen las ionizaciones (partículas alfa) como las capaces potencialmente de producir los mayores daños, aunque el orden de la energía absorbida

sea apenas de un par de milésimas de ergio. En cambio, los efectos de los rayos ultravioleta y de los ultrasonidos aparecen como energéticamente algo similares en un orden más elevado (9 y 0,4-0,5 erg). Esto podría indicar que los efectos de excitación atómica y de rotura de macromoléculas que guardan como hemos dicho un cierto parecido en cuanto a sus acciones biológicas sobre las esporas de *Rhizopus nigricans*, requieren un nivel de energía no muy diferente, pero más elevado que el correspondiente al efecto primario de las radiaciones ionizantes del tipo de las partículas alfa.

#### RESUMEN

Las esporas de *Rhizopus nigricans* fueron sometidas a la acción de las partículas alfa, los rayos ultravioleta y los ultrasonidos.

Se describen los métodos empleados para la irradiación, la determinación de las dosis y la fijación de los efectos biológicos sobre la germinación y el desarrollo de las esporas, estableciendo cinco categorías de las mismas con este fin.

Las partículas alfa producen un efecto destructivo, que daña de hecho a todas las esporas y produce numerosas deformaciones.

Los rayos ultravioleta sólo provocan un retraso mayor o menor en el crecimiento, pero sin cambios morfológicos en este último.

Los ultrasonidos impiden o no la germinación, pero si se produce ésta, el desarrollo es normal, análogo al de las esporas no sometidas a agentes físicos extraordinarios.

Se comparan las  $DL_{50}$  obtenidas en los distintos casos y se discuten los posibles mecanismos de acción.

#### SUMMARY

The *Rhizopus nigricans* spores were submitted to the action of alpha particles, ultraviolet rays and ultrasounds.

The method employed for the irradiation, the determination of the doses and the fixation of the biological effects over the germination and growth of the spores, are given, establishing five categories of the same with this purpose.

The alpha particles produce a destructive effect, which, in fact, harms all the spores and origins numerous deformations.

The ultraviolet rays only provoke a larger or smaller delay on the growth, but without any morphological changes in it.

Ultrasonds either hinder the germination or don't, but in the case it is produce, the development in normal, analogous to the ones of the spores not submitted to extraordinary physical agents.

A comparison is made of the  $DI_{50}$  obtained in the different cases and a discussion is made of the possible mechanisms of action.

MANUEL TAGÜEÑA

Dirección actual: Milwaukee 42.  
México, D. F.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. LEA, D. E., Action of radiation in living cells. Cambridge University Press. Nueva York, 1955.
2. DELARIO, A. J., Roentgen, radium and radioisotope therapy. Lea & Febiger Filadelfia, 1954.
3. Symposium on Radiobiology. The basic aspects of radiation effects on living system. John Wiley & Sons Inc. Nueva York, 1952.
4. MICKEY, G. H., Visible and lethal mutation in *Drosophila*. *Am. Naturalist*, **88**: 241-255, 1954.
5. CUMMINGS, J. M. *et al.*, Chromosomal aberrations in *Datura stramonium* exposed to different radiations. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, **41**: 355-358, 1955.
6. HERCIK, F., Del átomo a la vida. (En checo). Praga, 1946.
7. GLASSER, O., *Medical Physics* (monografía de G. L. Clark). Year Book Publ. Chicago, 1944-50.
8. BACQ, Z. M., y P. ALEXANDER, Radiobiology Symposium 1954. Proceedings of the Symposium held at Liège. Nueva York, 1955.
9. BACQ, Z. M., Fundamentals of Radiobiology. Academic Press, Inc. Nueva York, 1955.
10. TAGÜEÑA, M., y V. RAUSER, Acción de las radiaciones sobre las esporas del *Rhizopus nigricans* a temperaturas bajas y muy bajas. (En checo). *Public. Fac. Med. Univ. Masaryk de Bruno*, **25** (1): 1-23, 1952.
11. LUYET, E. J. y P. H. GEHENIO, Life and death at low temperatures. Biodynamica Normandy. Missouri, 1940.
12. GRAVEYSKI, E. Y., Radiosensibilidad del protoplasma a la temperatura del aire líquido. (En ruso). *Priroda (Naturaleza)*, N° 11, 1947.
13. FRETTER, W., Introduction to experimental physics. Laboratory hazards. Prentice Hall. Nueva York, 1955.
14. WHITE, G. N., Principles of radiation dosimetry. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York, 1959.
15. LEA, D. E. *et al.*, The mechanism of bactericidal action of radioactive radiations. *Proc. Roy. Soc.*, **120**: 47, 1936.
16. POLLARD, E. C., y L. M. KRAFT, Inactivation of MEF, poliomyelitis virus by ionizing radiation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **88**: 331-333, 1955.
17. ELPINER, I. E., Sobre la acción biológica de las ondas ultrasonoras. (En ruso). *J. Gen. Biol., U. R. S. S.*, **15** (1): 18-30, 1954.
18. UBER, F. M., Biophysical research methods. Interscience Publ. Nueva York, 1950.
19. POHLMANN, R., Die Ultraschalltherapie. Berna, 1951.
20. DOGNON, A. y V. SIMONET, Ueber die Ultraschall-hemolyse. *Strahlentherapie*, **89** (1): 152-160, 1952.
21. MARKHAM, J. J. *et al.*, The sound absorption in liquids. *Rev. Mod. Phys.*, **23**: 353-411, 1951.
22. HUETER, T. F., y R. H. BOLT, Sonics. Technics for the use of sound and ultrasound in Engineering and Science. John Wiley & Sons. Nueva York, 1955.
23. TOMBERG, V., A propos de la dosimétrie des champs ultrasonores. *J. Radiol. Electrol.*, **32** (3-4): 362-364, 1951.
24. TAGÜEÑA, M., Sobre el problema de la dosificación física y biológica de los ultrasonidos. (En checo). *Biologia Czechoslovaca*, **5** (3): 153-162, 1955.
25. PARTHASARATHY, S. *et al.*, Equivalence of sonic and thermal energies. *Ann. Phys.*, (6) **12** (1-3): 8-16, 1953.
26. SOUDEK, D. *et al.*, Morfología y fisiología de la germinación de las esporas de *Rhizopus nigricans*. (En checo). *Public. Fac. Med. Univ. Masaryk de Bruno*, **21** (10): 1-19, 1948.
27. LUYET, B. J., The killing of moulds by an ordinary electric bulb. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **27**: 688, 1930.
28. GRAVEYSKI, E. Y., Acción de los rayos ultravioleta a la temperatura del aire líquido y a la temperatura ambiente sobre las esporas del *Phycomyces nitens*. *Com. Acad. Sc., U. R. S. S.*, **53** (9): 849, 1947.
29. LUYET, B. J., The effects of ultraviolet and cathode rays on the spores of *Mucoraceae*. *Radiology*, **18**: 1019, 1932.
30. HERCIK, F., Análisis del factor de la longitud de onda desde el punto de vista de la biología cuántica. (En checo). *Public. Fac. Med. Univ. Masaryk de Bruno*, **22** (3): 1-18, 1948.
31. FRIEDRICH, W. y H. SCHREIBER, Die metodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektralzerlegtem Licht. *Erg. med. Strahlenforsch.*, **5**: 604, 1931.



# CONTENIDO DE BORO TOTAL Y ASIMILABLE DE LOS SUELOS CAÑEROS DE LA REPUBLICA MEXICANA\*

## INTRODUCCIÓN

Aunque ya hace más de 100 años que Wittstein y Apoiger descubrieron la presencia de boro en las plantas no fue sino hasta 1903 que Bertrand (7) recomendó el empleo de boro en los fertilizantes comerciales como un complemento del nitrógeno, fósforo y potasio, no siendo sino hasta 1910 cuando se demostró que era un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, al obtener Agulhon (1) aumento en el desarrollo del trigo, avena y rábanos cultivados en arena, mediante la adición de boro.

En la actualidad se reconoce que este oligoelemento es indispensable para el desarrollo adecuado de todas las plantas, si bien unas lo requieren en menor proporción que otras, habiéndose comprobado, por ejemplo, que las monocotiledóneas tienen una capacidad de absorción de boro mucho más baja que las dicotiledóneas (24).

Tanta importancia se ha concedido mundialmente a este oligoelemento, que durante los últimos años se vienen publicando más de 200 trabajos anuales referentes a resultados experimentales de aplicación al suelo y al follaje de este oligoelemento; así como investigar o comprobar sus funciones, entre las que destaca su participación en la reproducción de las plantas y en la germinación del polen; es esencial para la división celular de los tejidos meristemáticos y parece dar elasticidad a la membrana celular de las plantas; desempeña un importante papel en la síntesis de proteínas ya que en su ausencia los compuestos de nitrógeno y los azúcares se acumulan mientras mueren los tejidos meristemáticos; existe evidencia de que este elemento regula la respiración y disminuye los efectos de la sequía, ayuda al desarrollo de los nódulos de las leguminosas y al crecimiento de los microrganismos nodulares; se le considera esencial para la formación de auxinas en las plantas y dentro de ciertos límites aumenta el contenido de clorofila de las hojas en algunos casos y de caroteno, riboflavina y ácido ascórbico en otros (13, 22), y desempeña un papel fundamental en

la translocalización de azúcares sugiriéndose que ello sea debido a la formación de un borato de azúcar complejo (ionizable), el cual se mueve a través de la membrana más fácilmente que las moléculas sin boro (no-ionizadas), por lo que los síntomas de deficiencia de boro pueden ser una expresión de la deficiencia de azúcar en el cambium y otras áreas (9, 10, 11).

Esta última función del boro en la planta puede ser de gran interés en el caso especial de la caña de azúcar, ya que según Johnson y Dore (15) las hojas de las plantas deficientes en boro tienen mayores concentraciones de azúcares y almidón, mientras que la concentración de azúcares en el tallo es baja.

Como al estudiar anteriormente muestras aisladas de suelos de los ingenios "El Mante" y "El Potrero" se encontraron bajos contenidos de este oligoelemento en su forma fácilmente asimilable por las plantas, se emprendió el presente estudio cuyos resultados serán de utilidad para complementar los datos de fertilidad de estos mismos suelos obtenidos en el "Laboratorio de Suelos del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar".

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de suelos fueron seleccionadas de entre las representativas de suelo y subsuelo que periódicamente se envían de los diversos ingenios de la República Mexicana para estudio de fertilidad al "Laboratorio de suelos del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar".

El boro total se determinó por el procedimiento de Berger y Truog (5) mediante fusión del suelo con carbonato de sodio y determinación colorimétrica con solución de quinalizarina en ácido sulfúrico al 98%, empleando un fotocolorímetro Evelyn.

El boro asimilable se determinó por el procedimiento de Berger y Truog, modificado por Purvis (23), extrayéndolo con agua hirviendo y determinación colorimétrica con la misma solución de quinalizarina en ácido sulfúrico.

El carbonato de calcio se determinó empleando el método de titulación rápida (21), pesando una cantidad determinada de suelo secado al aire haciendo reaccionar con HCl N y valorando el exceso con NaOH N, utilizando el azul de bromotimol como indicador.

El pH se determinó en un potenciómetro Beckman H-2 [con electrodos de vidrio y calomel] (14), empleando 50 g de suelo y 50 ml de agua destilada, hervida y aireada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla de resultados se encuentran además de los datos de contenido de boro total y

\* Presentado en el VII Congreso Latinoamericano de Química, organizado por la Sociedad Química de México, en los días 29 de marzo a 3 de abril de 1959. Cifra de clasificación XI-299.



asimilable de los suelos analizados, el pH y contenido de  $\text{CaCO}_3$  de los mismos, por ser estos factores de los que más frecuentemente influyen en forma decisiva sobre la asimilabilidad del boro por las plantas, y si las muestras provenientes de un mismo ingenio presentan grandes diferencias en sus valores de pH y  $\text{CaCO}_3$  es porque estos datos fueron precisamente los que sirvieron de base para la selección de muestras de diferentes zonas de una misma región. Por lo general se mezclaron en partes iguales las muestras de suelo y de subsuelo de cada región, pero en algunos casos sólo se obtuvieron muestras de la parte de suelo (0-20 cm) y en otras de la parte del subsuelo (20-40 cm).

En los suelos de los ingenios del Estado de Puebla se encuentran los pH más elevados que fluctúan entre 8,8 y 9,7 (de las muestras analizadas) en este trabajo y los más altos contenidos de carbonatos (junto con los de Tamaulipas y Guerrero) siendo superiores a 24%, excepto en un caso.

Como es bien sabido, estos dos factores son definitivos en la disminución de la asimilabilidad del boro, sea porque al aumentar la cantidad de calcio soluble más allá de ciertos límites se haga decisiva la presencia del ion calcio y con mayor concentración de oxhidrilos se acentúe la formación de metaborato de calcio que además de ser muy poco soluble es de estructura molecular compleja (27) y consecuentemente se obstruye la absorción del boro por la planta o bien porque en estas condiciones, las plantas tengan mayor necesidad de boro para fortalecer sus raíces, en contra de la influencia desfavorable y perjudicial de la excesiva concentración de iones OH, provocando el hinchamiento excesivo de las puntas de las raíces que dificultan la absorción del agua del suelo, y como el boro tiene propiedades deshidratantes, al suplir a la planta con cantidades adecuadas de este oligoelemento se restablece el equilibrio fisiológico que permite la absorción adecuada del agua (12).

Sin embargo, en este caso, los suelos acusan un contenido de boro hidrosoluble extraordinariamente alto, en franca contradicción con lo que se acaba de expresar, sin que ello se pueda atribuir a una fuente muy rica de boro total ya que las cantidades que de éste se encuentran en las diferentes zonas cañeras de Puebla no son muy altas (81 ppm en promedio).

Se explica esta situación contradictoria con la evidencia de la fijación o precipitación del boro

en el suelo asociada con el aumento del pH, y el contenido de carbonato de calcio del mismo (6,25) se puede encontrar en uno o varios de los siguientes factores: el alto contenido de la materia orgánica de estos suelos, ya que se ha demostrado (20) que ésta conserva el boro en una forma más fácilmente asimilable; puesto que la mayor parte del boro se fija en un grupo de minerales del suelo cuya actividad predomina en la fracción arcilla (20), la textura de los suelos es decisiva debiéndose a la existencia de un estado de equilibrio entre el boro fijado y el asimilable en suelos con alta capacidad de liberar boro en forma soluble cuando ha disminuido el contenido de este oligoelemento en forma asimilable; también debe estudiarse el contenido de boro del agua de irrigación, ya que una gran proporción del boro añadido por irrigación es retenido por el suelo en forma fácilmente soluble (26).

Igualmente debe buscarse el motivo de esta situación en la clase de compuestos, ya que gran parte del boro total en los suelos está presente en partículas de rocas resistentes y minerales residuales de la descomposición del material madre, siendo el mineral del suelo más abundante la turmalina que es un complejo borosilicato de hierro y aluminio junto con magnesio u otra base, siendo casi insoluble, a diferencia del boro de los compuestos de este elemento que forman parte de los residuos vegetales y animales, así como de minerales como la boracita, colemanita, bórax y otros que puedan ser la fuente de pequeñas cantidades de este elemento (25).

Los suelos de los ingenios del Estado de Morelos presentan variaciones muy amplias en su contenido de boro total ya que mientras que en el San Salvador sólo se encuentran 26 ppm en promedio, en cambio en Zacatepec existe 115 ppm en promedio; aunque en el primer caso el contenido de boro total es muy bajo no parece haber problemas de deficiencia de este oligoelemento ya que se presenta un abastecimiento bastante elevado de boro asimilable por las plantas (1,57 ppm en promedio), y en cambio, en una de las zonas seleccionadas del ingenio Zacatepec tan sólo existen 0,70 ppm de boro asimilable no obstante las 147,5 ppm de boro total allí presentes. Los suelos del ingenio de Actopan también son relativamente pobres en boro total (35 ppm en promedio) pero con un complemento adecuado de boro hidrosoluble. El pH de los suelos de estos ingenios es bastante variable (dentro de su alcalinidad) aún

en diferentes zonas de uno de ellos, así como el contenido de  $\text{CaCO}_3$  sin observarse una relación entre estos valores y los del boro.

La mayor parte de los suelos cañeros de los ingenios del Estado de Veracruz son ácidos y como el pH óptimo para la caña de azúcar es de 6,5 a 7,2 (3), se viene recurriendo al encalado intensivo de estos terrenos, lo que en sí mismo constituye un peligro por la disminución en la asimilabilidad del boro por las plantas, como quedó demostrado en un trabajo experimental previo (17), en que se encontró una disminución paulatina del contenido de boro en la planta a medida que se incrementó la aplicación de cal al suelo en cantidades de 500, 1 000, 2 000 y 4 000 Kg/Ha. Por otra parte, los resultados de los análisis de suelos practicados en el Laboratorio del Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar, indican que si bien algunos de estos suelos ácidos pueden responder favorablemente al encalado hay otros muchos que están moderadamente bien provistos de calcio y magnesio, y poseen un grado de saturación de bases altas.

El contenido de carbonato de calcio de estos suelos es adecuado en la mayor parte de los casos (muestras 29, 30, 35 y 37) con 1,50, 1,35, 1,38 y 1,12% y con pH de 5,4, 5,7, 5,3 y 5,4 respectivamente, donde el encalado no ha sido suficiente para prevenir la acidificación de estos suelos sujetos a la intensa lixiviación de las sales alcalinas por el abundante régimen pluvial, además de que también vienen contribuyendo a agravar este problema los residuos ácidos de fertilizantes como el sulfato de amonio, que se emplea en grandes cantidades para la conservación de la fertilidad de los suelos cañeros de la República. Por otra parte, se observan dos casos (muestras 17 y 40) en que parece presentarse sobreencalado por la presencia de 24,95 y 11,70% de  $\text{CaCO}_3$  y de pH de 8,6 y 8,5, respectivamente, además se corresponden con relativamente bajos contenidos de boro hidrosoluble (0,65 y 0,69 ppm respectivamente), aunque debe señalarse que 18 de los 26 suelos analizados de Veracruz contienen menos de 1,0 ppm de boro hidrosoluble, cantidad que se considera adecuada para satisfacer las necesidades de la caña de azúcar, aunque otros autores (16) señalen 1,4 ppm como cantidad requerida por este cultivo para un óptimo desarrollo. No existen grandes diferencias en cuanto al contenido de boro total de estos suelos (con un promedio de 50 ppm) excepto en las muestras 16, 21 y 23 que se carac-

terizan por su bajo contenido (26,5, 20,0 y 21,5 ppm aunque, en cambio contienen un suplemento adecuado de boro asimilable).

Los suelos del Estado de Tabasco resultan ser de los más pobres en boro total (con 38,0 ppm en promedio) pero no acusan deficiencia en boro asimilable, contenido 1,06 ppm en promedio.

Los pH fluctúan entre 6,0 y 8,6 y los contenidos de  $\text{CaCO}_3$  entre 2,38 y 19,25%, sin que se aprecie relación entre estos valores y la asimilabilidad del boro.

En los suelos del Estado de Chiapas tampoco abundan los compuestos de boro ya que tan sólo hay 42,8 ppm en promedio y el contenido de boro hidrosoluble es regular (0,86 ppm en promedio).

Las muestras de suelo del Estado de Campeche indican un contenido relativamente bajo de boro asimilable y regular de boro total siendo suelos alcalinos ricos en  $\text{CaCO}_3$ .

Del Estado de Yucatán se obtuvieron dos muestras de suelos del Ingenio de Catmis, una con una alta proporción de  $\text{CaCO}_3$  (como corresponde al material madre que es calcáreo) y un pH muy alcalino y otra con menor proporción de  $\text{CaCO}_3$  y pH neutro, no obstante lo cual en ambas muestras existe un abundante contenido de boro asimilable y regular proporción de boro total; en cambio, en un estudio previo (19) de suelos de la región henequenera de Yucatán se encontró un contenido de boro asimilable sumamente bajo.

En las muestras del Estado de Guerrero se aprecia un contenido más bien bajo de boro asimilable, que se corresponde con un contenido excesivamente alto de carbonato de calcio y pH muy alcalino. Es de recomendar la instalación de lotes experimentales a base de fertilizantes con bórax en proporción hasta de 50 Kg/Ha junto con las fórmulas fertilizantes usuales.

En el caso de Oaxaca es necesario obtener más muestras de suelos de otras zonas pues las dos analizadas arrojan resultados muy diferentes en cuanto a su contenido de boro asimilable, ya que en la correspondiente al ejido "Vicente" (con un pH de 6,3) se encuentran 2,05 ppm, en tanto que en la proveniente del ejido "La Selva" (con un pH de 7,0) sólo se encuentran 0,52 ppm en promedio.

Los resultados de la determinación de boro en los suelos cañeros del Estado de Jalisco son bastante interesantes por la variedad de resultados; así es como se observa de modo regular una

TABLA I

## ANÁLISIS DE LOS SUELOS CASEROS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

| Muestra | Estado   | Municipio        | Ingenio          | Zona               | Boro soluble<br>ppm | Boro total<br>ppm | pH  | Carbo-<br>natos<br>% |
|---------|----------|------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----|----------------------|
| 1       | Puebla   | Tehuacán         | Calipam          | Vía Santa Cruz     | 0,88                | 75,0              | 9,2 | 24,95                |
| 2       | "        | "                | "                | "                  | 0,75                | 85,0              | 9,2 | 24,98                |
| 3       | "        | "                | "                | Tlachichilco       | 1,95                | 90,0              | 9,5 | 24,98                |
| 4       | "        | "                | "                | "                  | 1,55                | 100,0             | 9,7 | 24,95                |
| 5       | "        | Atencingo        | Atencingo        | Atotonilco         | 2,62                | 87,5              | 8,9 | 24,98                |
| 6       | "        | "                | "                | La Esperanza       | 1,92                | 67,0              | 8,8 | 10,65                |
| 7       | "        | Coxcatlán        | Tilapa           | Los Reyes          | 2,95                | 62,5              | 9,2 | 24,93                |
| 8       | "        | "                | "                | Coamilco           | 2,62                | 72,5              | 9,0 | 24,90                |
| 9       | Morelos  | Miacatlán        | San Salvador     | El Tecolote        | 1,65                | 28,0              | 8,9 | 14,05                |
| 10      | "        | "                | "                | El Llano           | 1,50                | 24,0              | 7,7 | 4,50                 |
| 11      | "        | Tetecala         | Actopan          | Palpa              | 1,25                | 40,0              | 7,2 | 1,97                 |
| 12      | "        | "                | "                | El Llano           | 0,88                | 30,0              | 8,2 | 8,67                 |
| 13      | "        | San Pablo, Hgo.  | Zacatepec        | Pequeña Propiedad  | 0,70                | 147,5             | 7,2 | 5,00                 |
| 14      | "        | Coatetelco       | "                | La Huizachera      | 1,37                | 162,5             | 8,9 | 3,00                 |
| 15      | Veracruz | Ixtaczoquitlán   | El Carmen        | Cuautlapam         | 0,80                | 50,0              | 6,7 | 2,50                 |
| 16      | "        | Anexa de Raboso  | "                | Ejido Vicente G.   | 2,17                | 26,0              | 7,4 | 6,12                 |
| 17      | "        | Tempoal          | El Higo          | La Carolina        | 0,65                | 90,0              | 8,6 | 24,95                |
| 18      | "        | "                | "                | Jacala             | 0,45                | 70,0              | 6,3 | 4,25                 |
| 19      | "        | Rafael Delgado   | San A. Jalapilla | Ejido Tilapam      | 0,62                | 40,0              | 6,5 | 1,90                 |
| 20      | "        | "                | "                | El Mirador         | 0,65                | 42,0              | 6,3 | 2,15                 |
| 21      | "        | Atoyac           | El Potrero       | E. Mata Colmena    | 0,81                | 20,0              | 6,6 | 2,57                 |
| 22      | "        | "                | "                | E. Loma de Enmedio | 0,65                | 50,0              | 6,7 | 3,12                 |
| 23      | "        | Omealco          | Providencia      | Zona N° 1          | 0,95                | 21,0              | 7,0 | 2,00                 |
| 24      | "        | "                | "                | Ejido Palma Sola   | 0,72                | 37,5              | 7,1 | 2,60                 |
| 25      | "        | Córdoba          | San Miguel       | Muestra N° 1       | 1,40                | 54,5              | 8,1 | 3,93                 |
| 26      | "        | "                | "                | Muestra N° 2       | 0,91                | 32,5              | 8,8 | 2,95                 |
| 27      | "        | Coatepec         | Mauistlán        | Paso Grande        | 0,79                | 42,5              | 6,2 | 1,70                 |
| 28      | "        | "                | "                | "                  | 1,47                | 28,0              | 6,4 | 1,62                 |
| 29      | "        | Cuicláhuac       | San José de A.   | E. Piedra Gorda    | 0,94                | 52,5              | 5,4 | 1,60                 |
| 30      | "        | "                | "                | E. Mata Naranja    | 0,67                | 46,0              | 5,7 | 1,35                 |
| 31      | "        | Córdoba          | C. Progreso      | Nte. del Ingenio   | 0,93                | 40,0              | 6,3 | 2,50                 |
| 32      | "        | "                | "                | Paso Gde. Ingenio  | 0,91                | 35,0              | 6,4 | 2,55                 |
| 33      | "        | Ursulo Galván    | La Gloria        | Col. Palma Real    | 0,65                | 57,0              | 7,4 | 4,33                 |
| 34      | "        | "                | "                | "                  | 0,65                | 63,0              | 7,0 | 4,00                 |
| 35      | "        | Zongolica        | Motzorongo       | Ejido La Junta     | 0,96                | 64,0              | 5,3 | 1,38                 |
| 36      | "        | "                | "                | La Estrella        | 1,21                | 76,0              | 6,9 | 1,75                 |
| 37      | "        | Cuichapa         | San Nicolás      | Pequeña Propiedad  | 0,92                | 58,5              | 5,1 | 1,12                 |
| 38      | "        | "                | "                | "                  | 0,71                | 48,5              | 5,4 | 1,97                 |
| 39      | "        | Mtz. de la Torre | Independencia    | Potrero 0          | 0,87                | 81,0              | 6,6 | 4,60                 |
| 40      | "        | "                | "                | Potrero 1          | 0,69                | 69,5              | 8,5 | 11,70                |
| 41      | Tabasco  | Cárdenas         | Santa Rosa       | La Playa           | 0,97                | 32,5              | 7,2 | 2,38                 |
| 42      | "        | "                | "                | "                  | 1,77                | 30,0              | 7,3 | 2,48                 |
| 43      | "        | "                | "                | Las Catorce        | 1,21                | 60,0              | 8,0 | 4,90                 |
| 44      | "        | "                | "                | "                  | 1,10                | 50,0              | 8,4 | 4,45                 |
| 45      | "        | "                | Nueva Zelândia   | Nueva Zelândia     | 1,47                | 30,0              | 7,1 | 4,15                 |
| 46      | "        | "                | "                | "                  | 0,81                | 31,5              | 8,4 | 6,15                 |
| 47      | "        | Tacotalpa        | Dos Patrias      | Santo Tomás        | 0,79                | 41,5              | 8,5 | 15,85                |
| 48      | "        | "                | "                | San José           | 0,79                | 26,5              | 6,0 | 3,00                 |
| 49      | "        | Jalapa           | El Progreso      | Paño N° 17         | 1,50                | 30,5              | 8,4 | 11,80                |
| 50      | "        | "                | "                | Paño N° 7 Sur      | 0,88                | 27,5              | 8,6 | 19,25                |
| 51      | "        | "                | La Unión         | La Unión Nte.      | 0,77                | 36,0              | 8,5 | 18,55                |
| 52      | "        | "                | "                | Lado del Río       | 0,68                | 60,0              | 7,4 | 6,80                 |
| 53      | Chiapas  | Tapachula        | La Magdalena     | San José           | 0,70                | 45,0              | 6,7 | 2,00                 |
| 54      | "        | "                | "                | La Platanera       | 0,81                | 46,5              | 7,1 | 2,35                 |
| 55      | "        | "                | Venecia          | El Arado           | 0,82                | 36,5              | 7,2 | 1,97                 |
| 56      | "        | "                | "                | La Bananera        | 0,27                | 43,5              | 6,9 | 2,43                 |
| 57      | Campeche | Haltunchén       | La Joya          | Sec. Dolores 1     | 0,40                | 44,5              | 7,2 | 5,27                 |

TABLA I (cont.)

ANÁLISIS DE LOS SUELOS CAÑEROS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

| Muestra | Estado     | Municipio      | Ingenio           | Zona                   | Boro soluble<br>ppm | Boro total<br>ppm | pH  | Carbonatos<br>% |
|---------|------------|----------------|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-----|-----------------|
| 58      | Campeche   | Haltunchén     | La Joya           | Primavera 1-52         | 0.84                | 68.0              | 8.1 | 5.85            |
| 59      | Yucatán    | Tzucacab       | Catmis            | Determinación Drenajel | 1.37                | 50.0              | 7.0 | 4.05            |
| 60      | "          | "              | "                 | Catmis Topxital        | 1.90                | 71.0              | 8.9 | 18.93           |
| 61      | Guerrero   | Cocula         | Sn. Martín Cocula | E. Apipilulco          | 0.61                | 69.0              | 8.7 | 24.95           |
| 62      | "          | "              | "                 | "                      | 0.36                | 58.5              | 8.4 | 24.70           |
| 63      | Oaxaca     | Acatitlán de   | La Margarita      | E. Vicente             | 2.05                | 47.0              | 6.3 | 2.03            |
| 64      | "          | Pérez Figueroa | "                 | E. La Selva            | 0.53                | 50.0              | 7.0 | 1.97            |
| 65      | Jalisco    | Tecatlán       | Guadalupe         | La Ciénega             | 0.94                | 147.5             | 7.3 | 2.80            |
| 66      | "          | "              | "                 | "                      | 0.85                | 110.0             | 7.4 | 3.88            |
| 67      | "          | "              | "                 | Playa La Cochera       | 0.89                | 142.5             | 8.3 | 4.50            |
| 68      | "          | "              | "                 | "                      | 0.92                | 145.0             | 8.1 | 3.38            |
| 69      | "          | Acatlán        | Estipac           | Zona N° 1              | 0.40                | 145.0             | 6.2 | 2.55            |
| 70      | "          | "              | "                 | Zona N° 1              | 0.37                | 140.0             | 6.6 | 2.67            |
| 71      | "          | "              | "                 | Zona N° 7              | 1.62                | 125.0             | 7.3 | 2.40            |
| 72      | "          | "              | "                 | Zona N° 7              | 0.71                | 135.0             | 7.8 | 2.77            |
| 73      | "          | Tecatlán       | La Purísima       | Ejido La Purísima      | 0.89                | 82.5              | 8.8 | 5.35            |
| 74      | "          | "              | "                 | "                      | 0.53                | 80.0              | 8.7 | 4.14            |
| 75      | "          | "              | "                 | Playa de Arriba        | 1.07                | 87.5              | 7.7 | 4.38            |
| 76      | "          | "              | "                 | "                      | 0.69                | 80.0              | 8.1 | 4.65            |
| 77      | "          | "              | Santiago          | E. Santiago            | 0.92                | 34.0              | 8.7 | 4.03            |
| 78      | "          | Tecatlán       | Santiago          | Ejido Tecatlán         | 0.90                | 31.5              | 6.6 | 2.38            |
| 79      | "          | Pihuamo        | S. José del Tule  | E. 21 de Noviembre     | 0.57                | 62.5              | 7.4 | 3.38            |
| 80      | "          | "              | "                 | Ejido La Plomosa       | 0.80                | 66.0              | 6.7 | 0.90            |
| 81      | "          | Tonila         | San Marcos        | Ejido San Marcos       | 0.31                | 52.5              | 8.0 | 3.65            |
| 82      | "          | "              | "                 | La Alfalfa             | 0.57                | 45.0              | 7.8 | 3.07            |
| 83      | "          | Ameca          | San Fco. Ameca    | Rancho Santa Fe        | 0.94                | 71.0              | 8.4 | 3.50            |
| 84      | "          | "              | "                 | Potrero Las Garzas     | 1.52                | 80.0              | 9.9 | 1.27            |
| 85      | Michoacán  | Tacámbaro      | Pedernales        | La Playa               | 0.92                | 92.5              | 7.4 | 4.48            |
| 86      | "          | "              | "                 | "                      | 0.79                | 87.5              | 7.6 | 3.86            |
| 87      | "          | "              | "                 | La Begonia             | 0.31                | 60.0              | 7.5 | 3.17            |
| 88      | "          | "              | "                 | "                      | 0.72                | 62.5              | 7.5 | 3.33            |
| 89      | "          | "              | Puruarán          | Ejido de Puruarán      | 1.25                | 30.5              | 8.0 | 4.50            |
| 90      | "          | "              | "                 | "                      | 0.86                | 46.5              | 7.5 | 4.75            |
| 91      | "          | "              | Tomendán          | Huetamo                | 0.89                | 25.5              | 6.9 | 2.07            |
| 92      | "          | Nuevo Urecho   | "                 | La Regulita            | 2.47                | 53.5              | 7.4 | 2.70            |
| 93      | Colima     | Cuauhtémoc     | Quesería          | Ejido Alcaracea        | 1.75                | 28.0              | 6.5 | 1.80            |
| 94      | "          | "              | "                 | Ejido Quesería         | 0.84                | 35.5              | 7.5 | 1.00            |
| 95      | Sinaloa    | Navolato       | La Primavera      | La Colonia             | 1.12                | 65.5              | 9.3 | 5.03            |
| 96      | "          | "              | "                 | Navolato               | 2.62                | 68.0              | 7.4 | 3.70            |
| 97      | "          | Culiacán       | Los Rosales       | Sección N° 5           | 0.34                | 63.5              | 8.9 | 7.05            |
| 98      | "          | "              | "                 | Sección N° 19          | 0.58                | 58.0              | 8.4 | 2.67            |
| 99      | "          | "              | El Dorado         | Mezcalitos             | 1.15                | 46.0              | 9.8 | 4.88            |
| 100     | "          | "              | "                 | El Gato                | 0.60                | 28.0              | 7.9 | 1.17            |
| 101     | San Luis   | Tamasopo       | Agua Buena        | Damián Carmona         | 0.53                | 52.0              | 8.8 | 24.95           |
| 102     | Potosí     | "              | "                 | Ejido Agua Buena       | 0.69                | 52.5              | 5.9 | 1.97            |
| 103     | "          | Valles         | Valles Tapaón     | La Fortaleza           | 0.74                | 55.0              | 8.3 | 8.23            |
| 104     | "          | Tapaón         | "                 | Tantizohuiche          | 0.70                | 57.5              | 8.5 | 22.20           |
| 105     | Tamaulipas | Cd. Mante      | El Mante          | Muestra N° 1           | 0.61                | 37.0              | 8.9 | 24.95           |
| 106     | "          | "              | "                 | Muestra N° 6           | 0.72                | 30.0              | 8.8 | 24.98           |

abundancia de boro hidrosoluble en todas las muestras, excepto en las correspondientes a los ingenios de "San José del Tule" y "San Marcos", donde los contenidos de boro asimilable son relativamente bajos. Destacan por otra par-

te, los altos contenidos de boro total en los suelos del Ingenio Guadalupe con 135 ppm en promedio, en tanto que en los demás ingenios el contenido de boro total fluctúa entre 31 y 85 ppm. El carbonato de calcio existe en can-

tidades normales, excepto en la muestra 80 (0,90%) con un pH de 6,7 y en la muestra 84 (1,27%) con un pH de 9,9.

En el Estado de Michoacán se observan resultados relativamente bajos de boro asimilable en los suelos con alto contenido de boro total (Ingenio Pedernales) y en cambio hay cantidades relativamente altas de boro asimilable en los suelos de bajo contenido de boro total (Ingenio Puruarán y Tomendón), sin que esta diferencia tenga relación con los pH o contenidos de carbonato de calcio.

En las muestras provenientes de los ingenios del Estado de Sinaloa se aprecia un bajo contenido de boro hidrosoluble en los suelos del Ingenio "Los Rosales" siendo insuficientes para satisfacer los requerimientos de la caña de azúcar, por lo que pueden presentarse trastornos fisiológicos y mala apariencia de la planta, afectándose seriamente los tejidos meristemáticos y presentándose distorsión y clorosis de las hojas jóvenes (12). Por otra parte, se aprecian contenidos relativamente bajos de boro total en los suelos del Ingenio "El Dorado".

En los suelos del Estado de San Luis Potosí se aprecian contenidos bastante parejos tanto de boro total (56 ppm en promedio) como de boro asimilable (0,66 ppm en promedio) aunque los pH fluctúan entre 5,9 y 8,8 y los contenidos de carbonatos de calcio entre 1,97 y 24,95%.

Finalmente, en las muestras provenientes del Estado de Tamaulipas, Ingenio "El Mante", los resultados en general bajos de boro hidrosoluble se corresponden con los relativamente bajos contenidos de boro total de estos suelos, y es conveniente recordar que el contenido de oligoelementos en el suelo depende casi exclusivamente de la riqueza de los mismos en la roca madre (4), aunque sabemos que el contenido total de oligoelementos es más bien útil como índice de la posibilidad de abastecimiento de estos elementos, ya que las plantas utilizan de inmediato tan sólo la parte que se encuentra en forma fácilmente asimilable (18).

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se realizó un estudio del contenido de boro total y asimilable de los suelos cañeros de la República Mexicana.

Para el efecto se escogieron muestras representativas de zonas de cada ingenio, con diferentes pH y contenido de carbonato de calcio.

En general, los suelos cañeros de la República Mexicana no son deficientes en boro asimilable, fluctuando éste entre 0,31 y 3,00 ppm, aunque por los altos requerimientos de la caña de azúcar se considera que la mayor parte de ellos responderían favorablemente a las aplicaciones de bórax, especialmente aquéllos con menos de 1,00 ppm de boro hidrosoluble (en este caso 66 de los 106 estudiados).

El contenido de boro total de estos suelos varía entre 20,0 y 162 ppm, aunque sólo en once casos se hallaron contenidos superiores de 100 ppm y, en cambio, se presentan 43 casos con menos de 50 ppm de boro total, lo que indica que el material madre de que derivan estos suelos no es muy rico en compuestos de boro.

El contenido de  $\text{CaCO}_3$  es muy variable, encontrándose desde casos de marcada deficiencia con 0,90% hasta otros de excesiva abundancia con 24,98%.

No se encuentra una relación constante entre el contenido de boro asimilable y el pH o el contenido de carbonato de calcio del suelo.

Tampoco hay una correspondencia constante entre los contenidos de boro total e hidrosoluble de los suelos analizados.

#### SUMMARY

This paper presents the study of the contents of boron total and available in the soils of the sugar cane plantations in the Mexican Republic.

Their were chose representative samples from the zones in each sugar plantation with different pH and calcium carbonate content.

In general, the sugar cane soils in the Mexican Republic, are not deficient in assimilable boron, ranging between 0.31 and 3.00 p.p.m. However, due to the high needs of the sugar cane, it is considered that most of the soils will have a better answer to the applications of borax, specially those with less than 1.00 p.p.m. of hidrosoluble boron (in this case 166 from the 106 that has been studied).

The total boron of these soils ranges from 20.0 to 162 p.p.m. though in only eleven samples were found contents higher than 100 p.p.m. On the other hand, are presented 44 cases with less than 50 p.p.m. of total boron, which indicates that the material from which these soils derived, is not rich in boron compounds.

The amounts of  $\text{CaCO}_3$  in the analyzed sugar cane soils is very variable, finding these from cases of marked deficient soils with 0.90%

to those cases of excessive abundance with 24.98%.

It is not found a constant relation between the pH and the assimilable boron, or the content of calcium carbonate in the soil.

There is not a constant correspondence in the analyzed soil between the total and hydro-soluble boron contents.

MANUEL RAZO FLORES  
HÉCTOR MAYAGOTIA D.

Laboratorio de Suelos,  
Instituto para el Mejoramiento de la Producción de  
Azúcar y  
Laboratorio de Química de Suelos y Plantas,  
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.  
México, D. F.

# BIBLIOGRAFÍA

1. AGULHON, H., Recherches sur la presence et le rôle du bore chez les vegetaux. Thèse de l'Université de Paris, 1910. En: *Maine Agr. Exp. St. Bull.* N° 404.

2. Banco de México. La Industria Azucarera de México. Tomo II, 2ª parte, 1953.

3. BARNES, A. C., Agriculture of the sugar cane. Leonard Hill Ltd. Londres, 1953.

4. BEAR, F. E., Chemistry of the soil. Reinhold Publ. Corp. Nueva York, 1955.

5. BERGER, K. C. y E. TRUOG, Boron tests and determination for soils and plants. *Soil Science*, 57: 25-36, 1944.

6. BERGER, K. C. y E. TRUOG, Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content. *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.*, 10: 113-116, 1945.

7. BERTRAND, G., Les engrais complementaires. *Chem. Ztg.*, 27: 613, 614, 1903. En: *U. St. D. A. Tech. Bull.*, N° 797.

8. BRENNLEY, W. E. *Bot. Rev.*, 2: 173-196, 1936.

9. GAUCH, H. G. y W. M. GUGGER, The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiol.*, 28: 457-466, 1953.

10. GAUCH, H. G. y W. M. DUGGER, The physiological action of boron in higher plants: a review and interpretation. *Md. Agr. Exp. St. Bull.*, A-80, 1954.

11. GAUCH, H. G. R. W. KRAUS y W. M. DUGGER, Boron aids sugar movement and transportation on plants. *Md. Agr. Exp. St. Bull.*, A-83, 1956.

12. GISIGER, L., Deficiencies of minor elements caused by excesses, en: *Trace Elements in Plants Physiology*. Publ. Chron. Bot. Co. Waltham, Mass., 1950.

13. GILBERT, F. A., Mineral nutrition and the balance of life. University of Oklahoma Press, 1957.

14. GONZÁLEZ GALLARDO, A., Introducción al Estudio de los Suelos. Banco Nacional de Crédito Agrícola, México, D. F., 1941.

15. JOHNSON, E. S. y W. DORE, Influence of boron on chemical composition and growth of tomato plant. *Plant Physiol.*, 4: 31, 1929.

16. LAL, K. N. y M. S. SUBBA, Microelement nutrition of plants. Banaras Hindu University Press. India, 1954.

17. MAYAGOTIA D., H., Asimilabilidad del boro por la alfalfa, en relación al contenido del calcio soluble del suelo. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 11: 109-118, 1950.

18. MAYAGOTIA D., H., Deficiencia de oligoelementos en algunos suelos de México. *Ciencia*, 18: 124-128, 1958.

19. OJEDA y H. MAYAGOTIA, Estudio químico de algunos suelos henequeneros de Yucatán. *Ciencia*, 17: 144-149, 1958.

20. OLSON, R. V. y K. C. BERGER, Boron fixation as influenced by pH organic matter content and other factors. *Soil Sc. Soc. Am. Proc.*, 11: 216-220, 1946.

21. PIPER, C. S., Soil and plant analysis, págs. 135-136. Interscience Publishers, Inc. Nueva York, 1950.

22. POWRS, W. L., Boron a minor plant nutrient. Oregon State College, 1945.

23. PURVIS, E. R. y W. J. HANNA, Technique for determining the nutrients status of soils and crops. *Bull.* N° 780, 1955.

24. SHIVE, J. W., Boron in plant life. A brief historical survey. *Soil Sc.*, 60: 41-51, 1945.

25. SMITH, H. V., Boron as factor. Arizona Agriculture. Technical Bulletin, N° 118, 1949.

26. WHETSTONE, R., W. ROBINSON y H. G. BYERS, Boron distribution in soils and related date. U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. 797, 1942.

27. ZACARIASEN, W. H. y G. E. ZIEGLER, The crystal structure of calcium metaborate. *Ztsch. Krist.*, 83: 354-361.



## Noticias

### DEPARTAMENTO DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES DE LA UNESCO

Como consecuencia de la jubilación del Prof. Pierre Auger (Francia), que hasta el año pasado desempeñaba el puesto de Director del Departamento, ha sido nombrado para sustituirle el Profesor ruso Dr. Victor Kovda, especialista en Pedología, miembro de la Academia de Ciencias de la URSS.

El puesto de subdirector lo ocupa el Dr. H. Roderick (EE. UU.), que sustituye así al Dr. N. B. Cacciapuoti (Italia), que ha dejado la UNESCO para ocupar un puesto importante en la Embajada de su país en Washington.

Para el cargo de Jefe adjunto de la División de Investigación Científica, ha sido designado el Profesor español Dr. A. Pérez-Vitoria. Como Jefe de la Misión de la UNESCO, que colaboró en la creación y organización del Centro de Documentación Científica y Técnica de México, el Dr. Pérez-Vitoria residió en la capital mexicana durante los años de 1951 a 1954.

El Dr. Luis Howell-Rivero, Profesor de Zoología y Zoología marina en la Universidad de La Habana y Director de la Oficina Hidrográfica de la Marina cubana acaba de tomar posesión en París, del puesto de especialista del programa de Ciencias del Mar.

### PRIMER CONGRESO SUDAMERICANO DE ZOOLOGÍA

De acuerdo con lo programado se realizó entre el 12 y el 24 de octubre en el Museo de La Plata el Primer Congreso Sudamericano de Zoología. Asistieron al mismo 327 delegados de los 10 siguientes países: 230 de Argentina (99 de Buenos Aires; 65 de La Plata; 20 de Córdoba; 15 de Tucumán; 13 de Santa Fe; 5 de Mendoza; 2 de San Luis; 2 de Entre Ríos; 1 de La Pampa; 1 de Misiones; 1 de Corrientes; 1 de Catamarca; 1 de Chaco; 1 de Salta; 1 de Tandil y 1 de Bahía Blanca); 43 de Uruguay; 19 de Chile; 18 de Brasil; 10 de Venezuela; 2 de Perú; 1 de Paraguay; 1 de Guayana Holandesa; 1 de Cuba y 2 de Estados Unidos. De ellos 260 fueron miembros regulares y 65 miembros asociados, éstos en su mayoría estudiantes de distintas universidades del país y del Uruguay.

Se aprobaron en total 268 trabajos científicos así discriminados: 57 de Entomología; 41 de Ecología; 37 de Histología, Citología, Estructura submicroscópica y Genética; 35 de Invertebrados; 22 de Vertebrados; 22 de Fisiología comparada, Morfogénesis y Regeneración; 21 de Zoogeografía; 15 de Morfología, Anatomía y Embriología; 11 de Evolución, Especiación, Taxonomía y Nomenclatura; 5 de Conservación de la fauna y 1 de Cooperación internacional y Enseñanza de la Zoología. Todo ello significó 140 horas de intenso trabajo de las distintas secciones en que fue dividido el programa. Trabajaron simultáneamente tres secciones por la mañana y tres por la tarde. Los trabajos aprobados serán publicados juntamente con la discusión que suscitaron en las "Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología" cuya impresión estará a cargo de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires. En este mismo volumen se incluirán las 19 ponencias aprobadas que tratan de la conservación de la fauna, la cooperación internacional, la enseñanza de la zoología y la terminología zoológica.

En reuniones especiales se proyectaron 10 películas documentales científicas de las cuales 7 fueron uruguayas, 1 brasileña, 1 venezolana y 1 sueca. Además se realizaron 4 series de proyecciones de diapositivas comentadas sobre diversos aspectos de la zoología, a cargo de delegados extranjeros.

Fueron realizadas dos excursiones, una a Chascomús y otra al Delta del Río Paraná. El Gobernador de la Provincia de Buenos Aires ofreció una recepción a las delegaciones en su residencia y la Comuna de Chascomús declaró huéspedes de honor a los congresistas.

En reunión plenaria se aprobó que el próximo congreso será Latinoamericano, constituyéndose además un Comité Provisional que está integrado por los miembros del Comité Organizador del Primer Congreso Sudamericano y los Dres. Salvador de Toledo Piza Jr. (Brasil), Luis Capurro S. (Chile), Francisco Sáenz (Uruguay), Alonso Gamero Reyes (Venezuela), y Salvador de la Torre y Callejas (Cuba). Se delegó en el Dr. Toledo Piza la misión de iniciar gestiones ante el gobierno de la República de Brasil a los

efectos de obtener el apoyo necesario para que el próximo congreso se realice en ese país.

Al mismo tiempo en reunión de delegados de Uruguay y Argentina se resolvió en principio realizar las "Primeras Jornadas Argentino-Uruguayas de Zoología" en 1961 en Uruguay.

El encuentro de un numeroso grupo de los más destacados herpetólogos de nuestro continente dio motivo para que se fundara la Sociedad Sudamericana de Herpetología que solicitará ser reconocida como una división de la importante American Society of Herpetologists and Ichthyologists.

Además, entre las principales resoluciones tomadas por la reunión plenaria merecen destacarse entre otras la que recomienda la creación del Grupo Sudamericano de Nomenclatura Zoológica con la finalidad de considerar todos los problemas nomenclatoriales que conciernen a la fauna neotropical; la de proponer y auspiciar ante la UNESCO la creación de un organismo internacional, con la participación de los países sudamericanos cuyos territorios estén involucrados, para el estudio integral de la fauna del macizo andino y la publicación de los resultados de esos estudios en una Fauna Andina; la de recomendar a las instituciones científicas especializadas de Argentina y Uruguay la cooperación y coordinación de los estudios ecológicos y biogeográficos que puedan realizarse sobre el Río de la Plata; la de incrementar y mejorar la enseñanza de la Zoología en la escuela media, etc.

De acuerdo con las palabras del Dr. Toledo Piza éste no ha sido tan solo un congreso de gran significación científica sino el "congreso de la amistad" que ha sellado una vez más la unión y confraternidad de los países hispanoamericanos.

#### EXPOSICION DEL LIBRO Y DE LA PRENSA EN PARIS

El V Salón de la Química y la Exposición del Libro y de la Prensa eran dos manifestaciones científicas, técnicas y documentales, inscritas en el programa de la Conferencia Internacional de las Artes Químicas que se ha celebrado recientemente en París en los días 17 a 30 de junio pasado, bajo el Alto Patronato del Presidente de la República Francesa General Charles. de Gaulle.

La exposición del libro ha constituido una exhibición técnica mundial de considerable importancia, habiendo acudido a ella decenas de millares de técnicos de numerosos países.

#### NUEVAS REVISTAS CIENTIFICAS INTERNACIONALES

Con el nombre de "Biochemical and Biophysical Research Communications" ha comenzado a publicar la casa editora Academic Press, de Nueva York, una nueva revista que constituye un medio rápido de publicación y difusión de datos y estudios referentes a todos los campos de la biología experimental, intentando proporcionar este nuevo medio la oportunidad para la rápida aparición tanto de observaciones importantes como de comunicaciones bien documentadas.

La nueva revista contará con el siguiente elenco editorial: Dr. Paul Berg, del Departamento de Bioquímica, Escuela Médica de Stanford (California); Dr. David Bonner, del Departamento de Microbiología de la Universidad de Yale, New Haven (Connecticut); Dr. I. C. Gunsalus, del Departamento de Química e Ingeniería química de la Universidad de Illinois, Urbana; Dr. B. L. Horecker, del Departamento de Microbiología, Colegio de Medicina de la Universidad de Nueva York; Dr. W. D. McElroy, del Instituto McCollum, Universidad Johns Hopkins, Baltimore; Dr. Howard K. Schachman, del Laboratorio de Virus, Universidad de California, Berkeley.

El Volumen 1 de esta nueva revista, en que aparecerán trabajos de todos los campos de la biología experimental, comprenderá 6 cuadernos, que han de salir de julio a diciembre del corriente año (1959), con un costo de 12 dólares para los suscriptores que pertenezcan a instituciones y 6,50 para aquéllos que acrediten que la revista es sólo para su uso personal. Todos los pedidos han de hacerse a Academic Press Inc., 111 Fifth Avenue, Nueva York, N. Y. (Estados Unidos).

#### HOMENAJE A VARIOS PROFESIONISTAS MEXICANOS EN SALUD PUBLICA

En reconocimiento de su meritoria labor de muchos años como Maestros en Salud Pública, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, de la que es titular el Dr. José Alvarez Amézquita, organizó una sesión solemne en honor de los Dres. José Castro Villagrana, Manuel Madrazo Torres, Bernardo Gastélum, Rosendo Amor y Gustavo Viniégua.

La sesión tuvo lugar el día 8 de julio pasado, en el Auditorio del Instituto Mexicano del Seguro Social, figurando en la presidencia

de ella, además del Dr. Álvarez Amézquita, el Secretario de Educación Pública, Dr. Jaime Torres Bodet; la Subsecretaria de Asuntos Culturales Da. Amalia Castillo Ledón; el Secretario del Instituto Mexicano del Seguro Social, Lic. Benito Coquet; el Dr. Rubén Vasconcelos; el Secretario de la UNAM, Dr. Efrén del Pozo y el Director de la Facultad de Medicina Dr. Raúl Fournier.

El Dr. Miguel E. Bustamante, Subsecretario de Salubridad, hizo el elogio de los profesionistas premiados, estudiando la personalidad en relación con la salud pública de cada uno de ellos, y el Dr. Pedro Daniel Martínez, Director de la Escuela de Salubridad, recordó seguidamente, los cargos y puestos que cada uno de ellos había desempeñado. Finalmente, el Dr. Rosendo Amor hizo uso de la palabra para agradecer en nombre de los premiados el acto de homenaje que se celebraba.

#### MEXICO

*Instituto Politécnico Nacional de México.*—El Instituto Politécnico que había contado en alguna de sus Escuelas, —la Nacional de Ciencias Biológicas— con una revista científica muy acreditada como son los "Anales" que comenzaron a publicarse en 1940, principia ahora a editar una revista cultural y científica que ha salido con fecha julio-agosto del corriente año, en que ha aparecido el Número 1 de su volumen I.

La revista, lleva la indicación de ser órgano oficial del I.P.N. y ha sido denominada *Acta Politécnica Mexicana*, comprendiendo trabajos no sólo de carácter científico puro sino técnico y secciones culturales, dedicadas a problemas económicos y otros como riesgos en las industrias, enseñanza técnica, etc.

La revista va a ser de publicación bimestral y cuenta con un Consejo Editorial formado por las siguientes personas: Dr. Luis López Antúnez, Director; Ing. Manuel Marín González, Subdirector; Dr. Florencio Rustrián Sosa, Coordinador y Dr. Alberto Folch Pi, Jefe de Redacción y los Sres. C.P.T. Ernesto Abad y Soria, Prof. José Luis Balderas Vargas, Prof. Esteban Chávez, Prof. Froylán Esquinca, Ing. Ramón Fabela García, Dr. Alberto Folch Pi, Prof. Francisco López Bayghen, Ing. Marcelino López Trejo, Dr. Juan Manuel Ortiz de Zárate, Dr. Francisco Paniello Grau y Lic. Salvador Ruiz Suárez.

La revista aparece pulcramente editada y con un contenido de trabajos científicos y culturales interesante, habiéndose buscado aparte de originales escritos en las múltiples escuelas del Instituto Politécnico Nacional colaboración en otros centros y sectores, y hasta en la misma Universidad Nacional Autónoma.

En otras secciones de CIENCIA se examinará más en detalle esta nueva revista del Instituto Politécnico cuya salida se menciona ahora. Su publicación patentiza el interés decidido que a los problemas culturales del Instituto prestan sus actuales directivos, el Ing. y M. en C. Eugenio Méndez, Director del I.P.N. y el Secretario General, Dr. Eusebio Mendoza Avila, a los que corresponde en buena parte el éxito de la publicación de "Acta Politécnica Mexicana", y la felicitación de CIENCIA, se hace extensiva al Director de la Comisión Editorial Dr. López Antúnez y muy particularmente al Dr. Alberto Folch Pi, persona muy capacitada en problemas editoriales.

*Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.*—Por renuncia de las personas que venían desempeñando los cargos, han sido nombrados para la Dirección de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional, el Q.B.P. René O. Cravioto, como Director y para el cargo de Subdirector el Biól. José Álvarez del Villar, uno y otro antiguos colaboradores de la revista CIENCIA y miembros de su Consejo Editorial.

*Patronato de Ciencia.*—El Patronato de la Revista designó a las siguientes personas como miembros del Consejo de Redacción: Ing. Victor Bravo Ahuja, Subsecretario de Enseñanzas Técnicas de México; Prof. Roger Heim, Director del Museo Nacional de Historia Natural de París; Dr. Antonio Oriol Anguera, Profesor de Fisiología de la Escuela Nacional de Medicina Rural, I.P.N. de México, y Dr. Conrado F. Asenjo, Profesor del Departamento de Bioquímica y Nutrición de la Escuela de Medicina, Universidad de Puerto Rico, San Juan (Puerto Rico).

*Cursos de Química analítica del Dr. Charlot.*—Organizados por la Sociedad Química de México y la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, C. U., dio dos cursos el Profesor visitante Dr. Gaston Charlot, de la Escuela Politécnica de París, en sesiones semanales y con una duración de cuatro semanas a partir del 21 de julio pasado, en locales de la E. N. C. Q. de la C. U.

## Ciencia aplicada

## ALIMENTOS SINTETICOS

POR

HERMAN SCHMIDT HEBBEL,  
Facultad de Química y Farmacia,  
Universidad de Chile.  
Santiago de Chile.

Bajo este título no queremos entender productos químicos puros obtenidos por síntesis completa de sus elementos integrantes (carbón, etc.) ni tampoco los sustitutos de alimentos genuinos usados en tiempos de guerra. En cambio, si nos referimos en esta ocasión a los progresos alcanzados en los últimos tiempos en la tecnología de los alimentos, destinados a aumentar la cantidad de alimentos suministrados por la producción agrícola. Como bien lo expresa Langenbeck (1), la agricultura tiene siempre la ventaja que puede aprovechar para sus fines una enorme superficie (menos de un décimo de los 36 billones de acres de tierra se cultivan en la actualidad), la energía solar y el principio natural del crecimiento.

Por otra parte, la necesidad imperiosa de incrementar la producción de alimentos es evidente pues la población del mundo está aumentando a mayor velocidad que los suministros de sus alimentos. Este hecho constituye una nueva justificación de la importancia y urgencia que presenta el estudio de la composición exacta de los alimentos de cada país, para tratar de ampliar las fuentes de obtención y para llegar a la vez a la creación de fuentes nuevas. Es así como la novena recomendación de la Conferencia de Hot Springs de 1943 estableció: "intensificar los trabajos para determinar las evaluaciones científicas de la cantidad y calidad de los alimentos, en términos de los componentes nutritivos que fomenten la salud". La tecnología actual recurre para estos objetivos a diversos procedimientos. La *síntesis química* se aplica en la obtención de algunas vitaminas, la *síntesis biológica*, permite obtener algunas sustancias nutritivas mediante el cultivo de ciertos microorganismos y el *desdoblamiento de ciertos cuerpos* (madera, cuernos) puede conducir también a sustancias más sencillas, utilizables en la alimentación, como azúcares y aminoácidos.

## I. GLÚCIDOS

No hay mayor interés en una síntesis de estos principios nutritivos, ya que son suministrados en gran cantidad por la producción agrícola. En cambio, interesan los estudios de los procesos de desdoblamiento de la celulosa de la madera no digerible por el hombre en glúcidos solubles y asimilables. El procedimiento de Bergius trata para este objeto la madera (desechada hasta 5% de humedad) con ácido clorhídrico muy concentrado a temperatura y presión ordinarias; mientras que el método de Scholler trabaja con ácido sulfúrico diluido y temperaturas entre 160 y 190° y presiones de unas 8 atmósferas (2). La glucosa impura, neutralizada con carbonato cálcico se utiliza como *sorrate*, para producir *alcohol* y en la fabricación de *levaduras* como fuente proteica, como se verá a continuación. Otro líquido azucarado, destinado a los mismos fines es la lejía al sulfito, producto secundario de la fabricación de la celulosa y el papel al tratar la madera por sulfito ácido de potasio.

## II. PROTEÍNAS

La obtención de nuevas fuentes de proteínas es de evidente interés desde el punto de vista nutritivo. La síntesis química no permite obtener proteínas, pero sí algunos aminoácidos integrantes, a un costo que autoriza ya el estudio de su adición a algunas proteínas incompletas. Aminoácidos limitantes en muchas proteínas como la lisina, metionina y cistina pueden obtenerse ventajosamente por síntesis.

También se ha logrado las síntesis de polipéptidos, sometiendo la mezcla de amoníaco, metano, hidrógeno y vapor de agua a ciertas condiciones de presión, temperatura y catalizadores, o bien, últimamente a descargas eléctricas.

Por otra parte, Fox y Harada comunicaron a la reunión Anual de la Chemical Society de 1958 sus experiencias de síntesis proteica, al so-

meter mezclas de aminoácidos en que algunos de ellos (ácido aspártico y glutámico) están en exceso a 180° durante tres horas. Ciertas bacterias han podido usar dichas proteínas en lugar de las naturales para su nutrición.

En lo que se refiere a las proteínas mismas de mejor aprovechamiento de las fuentes existentes como de pescado y leche descremada y la biosíntesis son los caminos actualmente a seguir para aumentar su producción. El plancton, las algas y las levaduras son fuentes considerables de proteínas. Así se ha propuesto domesticar ballenas que consumen el plancton en cantidades de una tonelada por día, al conducir las a "viveros oceánicos" para obtener su leche y posteriormente su carne y aceite.

La biosíntesis en la obtención de proteínas ha alcanzado bastantes progresos mediante el cultivo de levaduras y hongos, debido a su rápido crecimiento, su alto contenido proteico (40-50% sobre sustancia seca) y el costo relativamente bajo de las materias usadas para su desarrollo. El procedimiento se basa en cultivar levaduras del género *Torula* o *Torulopsis* en un medio muy especial, con lo cual disminuye considerablemente la producción de alcohol y, en cambio, aumenta mucho la formación de células de levadura ricas en proteínas. Lo mismo se logra con hongos del género *Fusarium*, cuyo micelio fibroso acumula proteínas y grasas. Esta biosíntesis proteica presupone el empleo de un medio de cultivo rico en glúcidos, sales nitrogenadas y de P, K y Mg, ciertas condiciones de temperatura y pH y abundancia de aire (3, 4, 5). La adición del aire y del medio de cultivo y la separación de las células se puede realizar en aparatos de trabajo continuo (1).

La elección de la fuente de glúcidos dependerá de consideraciones de orden económico y cambiará, por lo tanto, según la región donde se opera. La melaza de caña de azúcar es una de las más usadas. Pero también se aplican las pentosas y otros glúcidos provenientes de la fabricación de la celulosa (leñas al sulfito), la hidrólisis de maderas y de paja, de las cutículas de cereales y de semillas oleaginosas (maravilla) o el líquido acuoso residual de las aceitunas llamado "alpechín" (8). La lactosa proveniente del suero de leche puede ser utilizada para cultivar los micelios de los hongos del género *Fusarium* y también de *Aspergillus* y *Citromyces*, los cuales generan a la vez ácido cítrico. Siendo las proteínas de levaduras relativamente pobres en aminoácidos azufrados, es indiscutible su impor-

tancia como alimento para el ganado que aumenta la formación de leche y de grasa y para gallinas que se vuelven más ponedoras.

### III. LÍPIDOS

Las informaciones estadísticas de los años 1945 a 1949 han revelado que en Chile existía (y sigue existiendo, aunque en proporción probablemente menor) un déficit en el abastecimiento nacional de alimentos grasos que G. Guerra (10) ha estimado para dicho quinquenio del orden de un 42% en relación a la meta fijada por los especialistas en nutrición del país.

Como medidas para hacer disminuir este déficit de lípidos en la alimentación deben mencionarse las siguientes: un mayor cultivo de plantas con semillas oleaginosas, la caza de la ballena e hidrogenación de su aceite, el aprovechamiento más racional de nuevas fuentes de lípidos y una mayor precaución para evitar la destrucción de lípidos por enranciamiento.

Por otra parte, como de los 3 principios nutritivos los lípidos aparecen como de estructura más sencilla, la síntesis totalmente química de sus 2 componentes: ácidos grasos y glicerina es la que ha tenido mayor éxito.

En lo que se refiere a los ácidos grasos, su síntesis se puede realizar por oxidación de hidrocarburos parafínicos mediante aire finamente disperso, temperaturas entre 100 y 120° y sales de manganeso, cobalto y cadmio con ácidos grasos superiores y no saturados, como catalizadores de la reacción (9). Este procedimiento, que ha sido objeto de muchas patentes, exige disponer como materia prima, de una buena provisión de hidrocarburos parafínicos de cadena larga, pues la oxidación, al realizarse en medio de la cadena, produce su fragmentación.

Una buena fuente de hidrocarburos, tanto bencénicos como parafínicos (de punto de ebullición sobre 350°) suministra la síntesis de Fischer y Tropsch que realiza la transformación a 200° y presión normal del gas de agua, o sea, la mezcla de óxido de carbono (1 parte) e hidrógeno (2 partes) que resulta de la acción del vapor de agua sobre carbón incandescente:  $H_2O + C = CO + H_2$ . Este procedimiento ha sido simplificado últimamente en Alemania por la síntesis de Kölbel - Engelhard (6) que es más económica, pues parte de los gases ricos en CO que se desprenden de los Altos hornos, sin necesidad de la preparación previa del gas de agua. Una mezcla de 3 partes de óxido de carbono (en



forma de gas de Altos hornos con 34% de CO) con una parte de vapor de agua, se somete a temperaturas entre 240 y 280° y una sobrepresión de 15 atm, y se hace burbujear a través de una suspensión oleosa de óxido férrico como catalizador. En la superficie del catalizador se produce inmediatamente el hidrógeno necesario a partir del vapor de agua y luego también la hidrogenación del óxido de carbono.

En la oxidación de los hidrocarburos parafínicos pueden formarse en mayor o menor cantidad los siguientes cuerpos: ácidos grasos de 1 a 22 átomos de carbono, oxiácidos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres, lactonas y ácidos dicarboxílicos. Dada la posible toxicidad de algunas de estas sustancias (9) los ácidos grasos así obtenidos deben someterse naturalmente a diversos y completos procesos de purificación por transformación en sus sales sódicas, destilación de los hidrocarburos no oxidados, nueva liberación de los ácidos mediante ácido sulfúrico y destilación fraccionada en el vacío para separar principalmente los ácidos con 8 a 18 átomos de carbono, que corresponden a los ácidos grasos contenidos en las grasas alimenticias.

Existen también otros caminos para llegar a la síntesis de ácidos grasos. Así fue que ya en 1930, R. Kuhn demostró que el *aldehído acético* (sintetizado por acción catalítica del sulfato mercúrico a partir de acetileno y agua) puede experimentar una condensación *propia* de varias de sus moléculas con separación de agua, en presencia de compuestos orgánicos nitrogenados como catalizadores. Se forman así compuestos llamados polienales constituidos por mezclas de aldehídos con varios enlaces dobles y que se pueden transformar por hidrogenación en alcoholes grasos y posteriormente, en sales sódicas de ácidos grasos.

En cuanto al otro componente de los lípidos, la *glicerina* existen diversos caminos que conducen a su *síntesis* (7).

Un método consiste en la desviación del proceso de la fermentación alcohólica de glúcidos por adición de sulfito o bisulfito, pero desde el punto de vista de la nutrición, tiene el inconveniente de restar dichos azúcares a la alimentación.

El procedimiento más racional es la síntesis de la glicerina según W. Reppe (7) basado en hacer reaccionar el *acetileno* con el *aldehído fórmico* en presencia de acetiluro de cobre como catalizador. También la "condensación propia" de 3 moléculas de aldehído fórmico en medio

alcalino y en una reacción autocatalítica, conduce al aldehído glicérico que forma glicerina por hidrogenación:  $3 \text{ HCHO} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CHO}$ . Finalmente el *propileno* formado en el cracking de aceites minerales de alto punto de ebullición permite sintetizar glicerina, aunque su purificación es difícil.

Lograda la preparación sintética y debida purificación de ácidos grasos y de glicerina, la obtención de lípidos sintéticos se puede realizar fácilmente por esterificación al vacío, a más de 100°, con o sin catalizador (zinc) y con separación simultánea del agua, por destilación.

De sumo interés son ahora los estudios que se han realizado sobre el *comportamiento fisiológico* de estos lípidos sintéticos. Desde el punto de vista de la técnica culinaria, es posible aplicarlos en alimentos fritos y cocidos sin poder distinguirlos por el olor o sabor de las grasas naturales. Sin embargo, existen aún graves objeciones que se oponen a su uso como alimento en forma indiscriminada. Como es sabido, los ácidos grasos naturales se caracterizan por poseer un número par de átomos de carbono, los cuales se encuentran siempre ordenados en cadena recta dentro de la molécula. En cambio, los productos de síntesis contienen *igual proporción* de ácidos con número par e impar de átomos de carbono y presentan también cierto contenido en ácidos grasos *isómeros, de cadena ramificada*, provenientes de la oxidación de hidrocarburos isoparafínicos. Se ha comprobado que el organismo es capaz de utilizar en la misma forma los ácidos grasos de número impar de átomos de carbono, aunque tal vez no tan eficientemente que los de número par, contenidos en los lípidos naturales. No se puede decir lo mismo de los *isómeros* de cadena ramificada, pues se ha demostrado que conducen a anomalías metabólicas, detención de crecimiento en animales y aún fenómenos de toxicidad. Además los lípidos sintéticos carecen de ácidos grasos no saturados con 2 ó 3 enlaces dobles, cuyo carácter esencial en nutrición está hoy día ampliamente demostrado.

Por estas consideraciones, la verdadera importancia de los lípidos sintéticos y de los ácidos grasos sintéticos está en su aplicación en la industria para reemplazar allí las grasas naturales que podrán destinarse entonces a la alimentación.

No presentan estos inconvenientes fisiológicos aquellos lípidos que se han obtenido por *biosíntesis* a base de microorganismos. Los primeros ensayos realizados ya hace muchos años con



hongos como *Endomyces vermalis* y *Oidium lactis* tenían el inconveniente de exigir cultivos de superficie, que se infectaban con demasiada facilidad. Este inconveniente no lo presentan los hongos del género *Fusarium* que permiten un cultivo rápido y en profundidad a base de líquidos con hexosas o pentosas, aire y sales de amonio, potasio, magnesio y fósforo. La masa de hongo separada por centrifugación suministra por extracción un lípido muy parecido a un aceite vegetal. También las levaduras del género *Torula* pueden suministrar a la vez lípidos y prótidos (2) al igual que algunas algas, como *Scenedesmus obliquus*.

Podríamos mencionar dentro del tema de alimentos sintéticos también las síntesis químicas de vitaminas como se realiza en la actualidad para poder cumplir con los programas de enriquecimiento de alimentos, vigentes en muchas regiones para mejorar el estado de la alimentación popular.

Como conclusión general, la descripción de los procesos señalados nos permite deducir que en el estado actual de los conocimientos, la síntesis de sustancias nutritivas no permite aún resolver totalmente los problemas de alimentación de la creciente población de nuestra tierra. Sin embargo, los procesos de síntesis y biosíntesis representan una contribución importante en el sentido de ahorrar alimentos que actualmente se dedican a fines industriales o de forraje.

## RESUMEN

Se hacen consideraciones generales sobre síntesis química, biosíntesis y desdoblamiento de

ciertos cuerpos como métodos para obtener sustancias alimenticias. Se consideran separadamente los casos de síntesis y biosíntesis de glúcidos prótidos y lípidos y las diferentes medidas que deben adoptarse para aumentar las disponibilidades de prótidos y lípidos de acuerdo con el crecimiento de la población en el mundo.

## NOTA BIBLIOGRÁFICA

1. LANGENBECK, W., *Synthetische Nahrungsmittel*, Leipzig, 1953.
2. SOUCI, S. W., *Möglichkeiten der Bedarfsdeckung aus synthetischer Erzeugung. Forschungsberichte der Landwirtschaft, Verlag Paul Parey*, 1951.
3. MERUANE S., J., *Torula utilis* "Carne vegetal". "Carnesintética". Tesis. Santiago, Chile, 1944.
4. ALLENDE, P., *Torula utilis*. Tesis. Santiago-Chile, 1945.
5. BENITEZ A., D., *Torula utilis*. Su fabricación y manera de administrarla. Tesis, 1946.
6. *Deutsche Zeitung für Chile "Condor"*. Benzin aus Gichtgas, Dez., 1958.
7. ROTHE, M., *Synthese des Glycerins. Synthetische Nahrungsmittel Leipzig*, 1953.
8. FIESTAS ROS DE URSINO, J. A., Estudio del alpechin para su aprovechamiento industrial. Levaduras alimenticias. *Rev. Grasas y Aceites*, 5:249, 1958.
9. F. A. O. *Nutritional Studies No 2: Synthetic fats. Their potencial contribution to world food requirements*. Wáshington, D. C., 1949.
10. GUERRA, G. D., et al., Producción y disponibilidad de grasas y aceites en el país. *Soc. Chilena Nutr., Bromatol. y Toxicol.*, 1952.

## Miscelánea

SEVERO OCHOA  
Premio Nobel 1959

Al recibirse en México la noticia del otorgamiento del Premio Nobel de Medicina y Fisiología a D. Severo Ochoa de Albornoz surgieron multitud de iniciativas entusiastas entre sus amigos, colegas y compañeros residentes en México. CIENCIA atenta a los extraordinarios méritos del Profesor Ochoa y con el deseo de recoger en sus páginas algunas manifestaciones de esta admiración fervorosa que su personalidad suscita entre sus coterráneos, muchos de ellos colaboradores asiduos de nuestra Revista, ha recabado del Ateneo Español de México las primicias de los discursos pronunciados en aquella prestigiada institución en homenaje al Dr. Severo Ochoa. Deferencia que agradecemos muy efusivamente.

El Dr. Joaquín d'Harcourt al dar comienzo la sesión pronunció las siguientes palabras:

Hoy nos reunimos en el Ateneo Español de México para rendir homenaje a un español, que fuera de España ha alcanzado un galardón inusitado. Se trata de la concesión del Premio Nobel 1959 de Medicina al Dr. Severo Ochoa de Albornoz.

No se trata de una casualidad, que en el transcurso de un año, hayamos celebrado, la concesión de dos Premios Nobel a españoles ajenos de la Patria, primero a Juan Ramón Jiménez y ahora al Dr. Ochoa. Estos premios concedidos a transterrados son índice patente, de que el clima, en la España actual, no es nada conveniente para el cultivo de las ciencias y las letras. El militarismo y el observantismo imperantes en España, ahogan en flor toda manifestación intelectual.

Han pasado años, desde que se concedió a Cajal, el primer Premio Nobel de Ciencias Médicas en España. La adjudicación de este Premio Nobel a Cajal, al recio aragonés que tanto impulsó la formación científica española, no es ajena a haber hecho posible, como antecedente formativo del actual premio Nobel.

La Escuela Española de Fisiología, se formó en los cánones científicos que predicó Cajal. El esfuerzo de su paladín el Dr. Augusto Pi-Sunyer, consiguió que la enseñanza de la fisiología, pasase de ser una asignatura especulativa, me-

morista, sin contacto con la experimentación, ni con la clínica, a una disciplina viva injertada en la clínica que con gran rigor científico practica la experimentación y ayuda a comprender los fenómenos patológicos.

Esta transformación de la disciplina médica como factor coadyuvante de la Patología, no fue bien recibida por los clínicos de aquel entonces, que concebían una medicina rígida, de cuadros sinópticos y alejada del enfermo, y de las pruebas funcionales. En esta tarea, de impulso a la Moderna Clínica, fue secundado por el Dr. Jesús Bellido, maestro de todos, hombre bueno y capaz, muerto en el exilio. Recordemos también al Dr. Juan Negrin, profesor de fisiología en Madrid, que dirigió los primeros pasos del actual premio Nobel, por el campo de la bioquímica y la fisiología.

Con nuestra guerra, esta Escuela de Fisiología, como tantas otras manifestaciones de la cultura patria, sufrió un agudo colapso. Con la Escuela de Fisiología desaparecieron o fueron desviados, en su pristina actividad, centros, que eran los crisoles, en que se fundía el alma de la Nueva España. Recordemos con emoción: la Institución libre de Enseñanza, la Junta para Ampliación de Estudios, la Residencia de Estudiantes, Instituto Cajal, Ciudad Universitaria, etc., instituciones nacidas al calor de Giner de los Ríos, Cajal, Cosío, Castillejo, a los que tanto debe la Ciencia Española, y concretamente en su formación el Dr. Ochoa de Albornoz.

Tres profesores eminentes de esta Escuela de Fisiología, nos van a hablar hoy del Dr. Ochoa, bajo aspectos diferentes. No se precisa su presentación puesto que ellos son conocidos y admirados por todos.

El Dr. Antonio Oriol, nos expondrá de una manera asequible, los trabajos del Dr. Ochoa laureados por el premio Nobel.

El Dr. Alberto Folch, nos hablará del Dr. Ochoa, como hombre: su formación, sus luchas y trabajos.

Finalmente el Dr. José Puche, nos hará un resumen del clima de los premios Nobel, en general y del actual en particular y recordará el ambiente científico de España de antes de la guerra...

Hagamos votos, porque en nuestra patria, se pueda volver al trabajo con dignidad, y que estos grandes éxitos de los científicos españoles,

aunque realmente son universales, que fructifiquen en nuestro país, al calor de la tierra de España.

Intervención del Dr. Antonio Oriol Anguera:

Severo Ochoa vino al mundo con una llanita prendida en el pecho. Estaba marcado por el fuego de San Telmo. Este fuego interior que, según Ortega y Gasset, alimenta nuestra "vocación" más auténtica.

Sí, señor. Había, ya en las mocedades de Ochoa, una luz que le salía por los ojos irradiando un no sé qué de espiritual, y una media sonrisa que le dejaba ver un diente mal implantado con un no sé qué de ingenuidad.

¡Era un iluminado!

Le había visto en sus años mozos hacer una adrenalectomía con unción religiosa. Una y veinte adrenalectomías. Era incansable; abría la rata por la región dorsal, incidía cuidadosamente, separaba, cortaba y cosía con la misma devoción que un sacerdote ofrece al pie del altar.

Cuando esto sucedía, Severo Ochoa era estudiante de Medicina. Y, mientras los demás estudiantes hacíamos trampas para "aprobar", él cuidaba sus animalitos operados, les cortaba un pedacito de músculo, lo trituraba, lo analizaba y transportaba luego sus miligramos de creatinina sobre papel milimetrado... ¡y sabía logaritmos!

Esto de las matemáticas era una cosa desastrosamente acostumbrada para los médicos de nuestra generación. Ochoa manejaba la regla de cálculo y el papel semilogarítmico como si fueran útiles caseros, y lo hacía en un ambiente totalmente ajeno a la matemática y a "su" concepto de la medicina experimental.

En este aspecto, Ochoa ha sido un "pionero". Todos los que quieran recordar sus tiempos heroicos de la Residencia de Estudiantes, me darán la razón. Los jóvenes fisiólogos que hoy ya nacen entre integrales y diferenciales, no me podrían comprender. Pero es de justicia señalar este punto. Así como A. Pi-Sunyer, años antes, nos mostró un viraje que nos condujo de la Fisiología teórica a la Fisiología del quimógrafo (hecha con sentido bernardiano), Ochoa, en España, nos enseñó el camino de las ciencias exactas, matemáticas, física, química, para llegar a la biología. Para llegar a, o a partir de.

Es verdad que su magisterio en España fue corto. Los que más se beneficiaron de su fuego interior, acaso los únicos, fueron sus ayudantes más inmediatos, casi diré sus amigos. Grande

Covián, es un ejemplo que resume el perfil de otros 10 ó 12 apóstoles, cuyos nombres no escribo por miedo a olvidar alguno, al que, por este solo motivo, podría lesionar en su legítimo orgullo. No es esta mi intención.

Yo fui siempre espectador. Mi condición de catalán, me condenaba a vivir lejos de este ambiente madrileño. Los catalanes cruzábamos el Guadarrama a regañadientes, porque sabíamos que para conseguir cualquier situación oficial estábamos condenados a pasar las aguas del Manzanares, y ésto tenía aires de amenaza o de coacción más que de bautismo o de bendición.

Por este motivo recuerdo con imparcialidad el espectáculo de Madrid en los tiempos de Ochoa mozo, puesto que, como diría Maurois, yo no era de la misma parroquia.

Y el espectáculo era éste: Ochoa llevaba dentro de sí la buena nueva, y aunque la gritaba a todo pulmón, su voz no era oída; ¡clamaba en el desierto! Había, sí, en su más inmediata proximidad, los diez o doce apóstoles que le seguían boquiabiertos, pero no llegó a cristalizar en un cenáculo de Maestro y discípulos por motivos de edad (todos eran demasiado jóvenes) y por otras causas que es de hombre saber olvidar.

Con sus agonías ¿quién no las tuvo? trabajó en Madrid. Con sus delicias, trabajó en Heidelberg, Oxford y Nueva York.

En el ambiente de estas ciudades se sentía como el pez en el agua. Meyerhof por ejemplo mimaba a Ochoa como a una flor de estufa. Tenía fe en su juventud. Le trataba paternalmente. Recuerdo que en el año 1932, en el Congreso Internacional de Roma, Meyerhof le distinguía como lo que era: un niño prodigio de la Fisiología.

*Lealtad a un tema.*—Ochoa fue siempre leal al fósforo. Esto que parece una frase hecha, meecería un largo comentario. No acostumbra a triunfar el que anda disperso en veinte problemas, si no tienen todos ellos algo en común. Tampoco basta ser leal a un tema. Precisa además poseer el fuego de San Telmo. Y estas dos circunstancias coincidían en nuestro héroe.

Después de tamañas afirmaciones, que nadie se imagine a Severo Ochoa encerrado en la galería subterránea de un laboratorio sin más luz que la del fósforo. Ochoa leía con devoción a Cajal, Boutroux, Henderson, Haldane, Poincaré... de entre los que recuerdo haberle oído hacer comentarios que a mí me encandilaban. Pero luego sabía volver a lo "suyo". Y lo "suyo" era el fósforo.

Con el fósforo iluminó las interferencias entre glándulas suprarrenales y contracción muscular (magnífico mentor tuvo con el Prof. Meyerhof).

Con el fósforo iluminó el intrincado camino de las coarboxilasas y el metabolismo cerebral (mentor excelente tuvo con el Prof. Peters).

Con el fósforo iluminó —ahora ya sin mentor ¡el solo!— el magnífico camino de la síntesis núcleo-proteica.

El fósforo y su consorte la fosforilasa, a sabiendas o no del propio Ochoa, ocupan un lugar preferente en su vida conceptual. Cuando por la noche se retira de su laboratorio para entregarse al dulce trabajo de interpretar los resultados experimentales que obtuvo durante el día, insisto que, a sabiendas o no, hay en su misterioso fuego de San Telmo un foco que no se apaga jamás. El de las fosforilizaciones. Y este fósforo ilumina sus mejores pensamientos. Y desde esta plataforma puede hacernos comprender toda la biología. La razón es ésta; ya que el orden natural es pleno, si el pensador es genial, cualquiera que sea su punto de referencia puede penetrar todo el Universo. De punta a punta. Y emana verdades aunque sean de otro cantón.

Es así como Goya, que era un gañán, sin saberlo *hacia filosofía* (más que hacerla, le salía) simplemente por esto, porque su arte era genial.

Y por la misma razón, Cervantes que quizás no había leído en su vida a Platón, burlando penetró puntos inabordables de la metafísica más abstrusa y trascendental. Es que cada uno de estos titanes vive absorto dentro de su fuego de San Telmo, o como diría Ortega, vive el mundo desde su punto de vista. Y si el titán tiene bastante "fuego interior" taladra todas las capas del Universo con su propia luz. Y como sea que el orden en la Naturaleza es absoluto, cualquier accidente bien interpretado hace transparentar la raíz esencial de todo el universo.

*El ácido ribonucleico.*—No es un hecho casual el que dieran el año 1958 el Premio Nobel a tres sabios ilustres del nuevo continente<sup>1</sup>. Es que estos sabios se habían acercado a la puerta del misterio más grande que tiene la biología actual. Los genes.

<sup>1</sup> Prof. G. W. Beadle, del California Institute of Technology, Pasadena. Dr. E. L. Tatum, químico del Rockefeller Institute for Medical Research, Nueva York. Prof. J. Lederberg, de la Wisconsin University, Madison.

Por ellos supimos que hay ciertos procesos enzimáticos rigurosamente vinculados a los cromosomas.

Por ellos supimos que se podía hacer mutaciones en ciertos hongos (*Neurospora crassa*) y como consecuencia inexorable establecer procesos de síntesis química distintos a los que tenía el hongo original.

Buena faena.

Pero los cromosomas seguían todavía intocados. Su estructura química —es verdad— era cada vez más precisa. La molécula fundamental, la del ácido desoxirribonucleico, ya se podía representar plásticamente bajo la forma de una doble espiral dextrogiro con periodos electrovalentes que orientaban un "campo" a su alrededor.

Se sabía que el "paso" de la hélice nucleica era igual a 34 Å, es decir, la distancia de los grupos polares de un aminoácido.

También sus funciones citogenéticas eran cada día mejor conocidas<sup>2</sup>.

Sabíamos, en fin, que toda la *poyesis* del organismo se reparte entre estas dos grandes fábricas: la molécula ribonucleica, para fabricar proteína, y la molécula desoxirribonucleica para fabricar células enteras. Pero...

Al llegar aquí, uno se para a preguntar: ¿quién será el mago que un día podrá llegar a sintetizar estas "moléculas-fábrica" que se llaman ribonucleínas y desoxirribonucleínas?

¡Severo Ochoa!

La historia es larga de contar. No lo intentaremos. Un día Ochoa<sup>3</sup>, busca buscando, aísla una fosforilasa, a partir de *Azotobacter vinelandii*. Ya tiene la fosforilasa. Ahora la mezcla con substratos (para él muy familiares) a base de nucleósidos, y tris, tras, tris, tras, se sintetizan moléculas grandes, inestables, de peso molecular enorme... ¿serán ribonucleínas?

¡Quién sabe!

Lava este residuo con alcohol, luego lo diluye, más tarde lo liofiliza... y obtiene por fin un polvo blanco, estable, de peso molecular su-

<sup>2</sup> Se sabía por ejemplo que había un efecto como de tornillo entre la cadena del polipéptido y la atracción interpolar con la espira del ác. nucleico. Y desde Landsteiner y Haurowitz imaginábamos el "nacimiento" de la proteína a través de capas monomoleculares de ác. ribonucleico, verdaderos moldes orientados según fuerzas espaciales que determinan a su alrededor un campo de inducción.

<sup>3</sup> La fosforilasa que convierte los nucleótido-difosfatos en poli-ribonucleótidos fue descrita el año 1955 por Grunberg-Monago y Ochoa y publicada en *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 88, pág. 3165. Su hidrólisis enzimática fue publicada el año 1957 por Hoppel, L. A., P. J. Ortiz y Ochoa en el *J. Biol. Chem.*, vol. 229, pág. 679.

perior a 300 000. ¡Viva Cristo! ¿Qué es esto? Tiene entre sus manos un polímero que se parece al ácido ribonucleico, como una gota de agua a otra gota de agua.

A partir de este momento se pone en juego todo su equipo de investigadores. Smellie hidroliza el polímero con una nucleasa y obtiene los mismos elementos de composición hidrolizando el R.N.A. "artificial", que haciendo actuar la nucleasa sobre el R.N.A. "natural".

Smith y Heppel hacen separaciones electroforéticas, y obtienen lo mismo que Smellie.

R. C. Warner determina pesos moleculares y encuentra valores de 350 000.

Grunberg-Manago busca la misma fosforilasa en otros microorganismos... al final el maestro Ochoa recoge las experiencias de todos, y, solo, pero con su fuego interior prendido, estudia los resultados uno a uno; peso molecular, difracción de rayos X, degradación nucleásica... todo, todo coincide con su sueño. ¡Eureka! ya no puede dudar, ha sintetizado un ácido ribonucleico exactamente igual al que sintetizan las células en su misterioso vivir.

Cuando hace más de un siglo Federico Wöhler sintetizó la urea debió sentir una satisfacción honda, muy honda. "Mutatis mutandis", la misma que sentiría Severo Ochoa el primer día que tuvo entre sus manos al ácido ribonucleico fabricado en su laboratorio de Nueva York. Aquel día la llamita que llevaba prendida en el pecho ¡zas! iluminaría su rostro como un foguezo caído del cielo.

#### Intervención del Dr. Alberto Folch:

Probablemente algunas personas de las que nos están escuchando podrían hablar de Severo Ochoa, el hombre, mucho mejor que yo. Por haber convivido con él, por haber estudiado cuando él estudió, o haber trabajado en los mismos lugares. Mi primera reacción, pues, al pedirle que hablara con ustedes esta noche, fue declinar. Si acepté fue para no desertar de este homenaje a Ochoa, el sabio y el hombre; y considerando que una visión panorámica de su vida y su obra quizá nos resulte más fácil a nosotros, que lo hemos visto siempre con perspectiva, algo lejos. Otra voz más autorizada probablemente sería más rica en anécdotas.

¿Quién es Severo Ochoa de Albornoz? Hombre envidiable por muchos conceptos, hombre que ha podido darse en cuerpo y alma a lo que siempre le apasionó; lo ha hecho en forma ejemplar, con toda su inteligencia y su capacidad de

trabajo, que son extraordinarias. La cosecha recogida ha sido también extraordinaria, y el premio Nobel, motivo de esta reunión, solamente una prueba de su categoría. Como lo fue por ejemplo el año pasado el premio de la Asociación Norteamericana de Colegios de Medicina, como lo han sido otros testimonios públicos de su valía en ocasiones diversas.

Para mí, modesto biólogo catalán, ¿quién era Ochoa? Uno más del grupo de biólogos madrileños que aprendí a estimar y apreciar antes de conocerlos, por su labor y por el elogio constante y cálido de un hombre que llevo muy adentro, de un gran maestro, el Dr. Jesús María Bellido. Este hombre, también ejemplar por tantos motivos, se esforzó siempre en promover el entendimiento y el afecto entre los científicos de Madrid y los de Barcelona. Cada vez que regresaba de unas oposiciones, un curso o actividad similar, en su despacho nos hablaba de "esos chicos madrileños tan buenos" y no escatimaba buenas palabras. Si hablaba muy bien de todos —incluyendo, claro está, a Ochoa— su particular devoción era para el Dr. Guerra, que había de morir más tarde prematuramente, pérdida grande para la medicina española.

Personalmente conocí a Ochoa cuando en 1934 vino a Barcelona a tomar parte en una serie de conferencias —ahora lo llamaríamos simposio— sobre metabolismo de hidratos de carbono y contracción muscular. Compartió la tribuna con César Pi-Suñer, Augusto Pi-Suñer, Jesús María Bellido y dos premios Nobel, Meyerhof y Hill.

Tuve ocasión de tratarlo más, y conocerlo mejor en ocasión de unas célebres oposiciones a cátedra de fisiología, en 1931, que probablemente decidieron su porvenir. Más tarde, lo he visto esporádicamente, pero he seguido su trayectoria, pues sus inquietudes son mis inquietudes y sus curiosidades son las mías. Por motivos diversos, a través de familiares, amigos comunes, etc., he tenido ocasión de saber de Ochoa en plan público y privado con gran frecuencia —lo he visto en ocasión de algún viaje suyo a México— hasta que hace unos días, cuando me dirigía a casa a la hora de comer, oí por radio que había recibido el premio Nobel. Fue noticia muy grata —y quizá no enorme sorpresa—; pocos días antes habíamos comentado con alguien que una persona digna de recibirlo podía ser Severo Ochoa...

He dado estos datos para señalar que lo que os pueda decir esta noche de Ochoa no será dic-



tado por la amistad profunda o un afecto que embargue el juicio. Será objetivo y dictado por la consideración del hombre, con la admiración que merece.

Efemérides de su vida: nació en Lueca, Asturias, en 1905. No conocemos datos de su infancia. Hubiera sido fácil obtenerlos de familiares suyos que viven en México. Creemos más prudente limitarnos a los que sabemos más directamente del estudiante de medicina hasta el hombre actual. A los 19 años, en 1924, estudiando el tercer año de medicina en Madrid, ya se desplaza a Glasgow para aprender junto al bioquímico inglés Paton. Esto no era frecuente en nuestro país. A mitad de la carrera, quien tenía medios solía divertirse en mejor o peor forma; Ochoa inauguraba su dedicación viajando para recibir de primera mano enseñanzas sobre temas por entonces considerados muy áridos, incluso con tintes de pedantería. Eran aquellos los tiempos de los grandes médicos con ojo clínico, don de gentes, mano izquierda y vida fácil. Todo ello a base de pocas inquietudes y amor al dinero y al relumbrón. La bioquímica, la fisiología, por el año de 1924 eran algo casi esotérico, inasequible y superfluo para la mayor parte de médicos, no sólo en España, sino en muchos otros países.

Termina sus estudios y se doctora a los 25 años. Hace las oposiciones de las que hablaba hace poco a los 30 años. Las pierde e inmediatamente vuelve a salir de España. Aquellas oposiciones, retablo de la picaresca oficial española, quizá tuvieron el mérito de alejarlo de un medio paupérrimo y cómodo como era una cátedra —y lanzarlo definitivamente a la aventura. No estaba siempre fuera, pero sí la mayor parte del tiempo. De los 30 a los 35 años trabaja con Meyerhof en Heidelberg, había estado ya antes con él y con Warburg— estoy hablando de premios Nobel—, luego con Peters en Oxford. Cuando tiene 35 años sale de Europa para Estados Unidos, que ya no ha de abandonar más. San Luis primero, Nueva York, definitivamente después, hasta hoy. Con los Cori, con Loewy, más tarde alternando la investigación y la enseñanza de lo que más le apasionaba —la bioquímica— con lo que le brindaba mayores posibilidades de trabajo, la farmacología. Actualmente es Jefe de la Sección de Bioquímica de una Universidad de Nueva York, la N. N. University.

En toda esta trayectoria, ha habido situaciones diversas, y el anecdotario podría ser muy

rico. Recordemos brevemente el ambiente de la Residencia de Estudiantes de Madrid, donde estaban Rafael Méndez, Guerra, Cabrera, Valdecasas, entre otros. Ambiente liberal, un poco levítico; en ciertos aspectos algo impopular —pero donde, el tiempo lo ha demostrado, estaban valores reales, hombres de primerísima categoría. Al término de las comidas, frecuentemente un pequeño grupo, del que formaba parte Ochoa, subía al laboratorio —pequeño, modesto, incipiente— de Negrín, a tomar el café. Me consta que se atribuía a Ochoa un exceso de imaginación y poco amor al trabajo manual; gran inteligencia, menor destreza. Este juicio, como sabemos hoy, no era muy justo. Pero si lo era la imaginación, el amor a divagar un poco, a dejarse llevar por los pensamientos —sin todo esto, Ochoa no habría alcanzado el lugar que ahora merecidamente tiene.

De Berlín —los tiempos de Warburg, de Meyerhof (quien más tarde se llevó a Ochoa a Heidelberg)— sabemos que Ochoa era hombre de estudio, apasionado por lo que le interesaba, algo retraído. Muy cordial, menos jovial. Gran amigo de los amigos, excelente compañero, pero siempre más bien serio —severo como su nombre. Los viajes en metropolitano para ir cada mañana al trabajo. Su admiración por Meyerhof, el científico y el hombre —su adhesión más tibia a Warburg, gran científico, pero menos humano. Ochoa, hombre liberal, abierto a todas las corrientes de pensamiento, enemigo de lo dogmático, ávido de inquietudes universales.

De Estados Unidos el anecdotario podría ser mucho más rico. Pero el tiempo no nos permite extendernos. Además, quizá lo más interesante sea recordar cosas de los años de formación, más que del hombre ya maduro, para quien las anécdotas son ya secundarias.

De Ochoa el hombre, recordábamos el otro día con varios amigos las lecturas preferidas cuando preparaba las oposiciones en Madrid, por los años de 1930 a 1935. Cajal —por el que tenía admiración fervorosa— pero también Haldane, Henderson (los dos médicos, bioquímicos, de inquietudes de orden humanístico y filosófico), Poincaré, Boutroux —siempre, como ven ustedes con base física o biológica. Sería interesante saber que lee ahora, en un medio tan antidisipación como es el de Estados Unidos. Claro está que ahora también habrían cambiado sus inquietudes en cualquier otra latitud, por los años y la experiencia. Pero su reacción ante la actitud cerrada, de compartimientos estan-



cos, tan frecuente en científicos norteamericanos, sería interesante de conocer.

Señalemos, a título de comentario, que si los químicos y físicos—no médicos—crearon la medicina científica a fines del siglo pasado y comienzos de éste, ahora el fenómeno en parte es inverso: son varios los médicos que han abierto horizontes insospechados en química y, por ende, en biología. Que la medicina es sólo una faceta de la biología, y la biología es cada día más química y quimicofísica.

¿Cuál ha sido a grandes rasgos la trayectoria científica, la obra de Ochoa? Para quienes no son médicos o biólogos, podríamos resumir la obra de Ochoa diciendo que se puede separar en tres grandes etapas. En sus primeros años, en España, en Alemania estudió sobre todo el proceso por virtud del cual los azúcares son desintegrados por los seres vivos para proporcionarles energía. Oxidaciones, metabolismo de la glucosa, fenómenos bioquímicos de la contracción muscular. En una segunda etapa, principalmente inglesa, aplicó todos sus conocimientos al metabolismo del cerebro. Es decir, profundizados ya los estudios sobre aprovechamiento de los azúcares, se dedicó de lleno a estudiar en el cerebro cómo ocurrían tales fenómenos. Fue la época de trabajo muy fértil con Peters, en Oxford. Vitamina B, coarboxilasa, cofermentos I y II, etc. Además de estudiar los productos que sucesivamente se forman, había de trabajar intensamente con las enzimas, o sea los medios gracias a los cuales nacen, se desintegran y se transforman aquellas sustancias que durante tantos años estudiara: creatina, creatinina, fosfoglicidos, etc. Había de proseguir el estudio de los mecanismos del metabolismo con los Cori (ciclo de Krebs, etc.). Después de la primera etapa—azúcares—, de la segunda—cerebro—, vino la tercera y última, la norteamericana, cuando estudiando la célula en general, y siguiendo las investigaciones sobre los fermentos que sintetizan y desmoronan, que construyen y destruyen ininterrumpidamente en el proceso de la vida, había de dedicarse plenamente a estudiar el origen de tales fermentos, la constitución química de los instrumentos que los seres vivos utilizan para obtener energía. Y estos fermentos son proteínas. La bioquímica de las proteínas de mayor jerarquía—los ácidos nucleicos—le permitía alcanzar los límites de los conocimientos humanos hasta hoy sobre la base química de la vida; de aquí a la herencia, al cáncer, no hay distancia.

Quizá este resumen demasiado rápido haya dado una idea en parte equivocada de quien es Severo Ochoa. Posiblemente así sea. Cuando consideramos a un hombre en determinado momento de su trayectoria vital, establecemos un itinerario forzosamente incompleto, y con frecuencia deformado. Pero es necesaria una imagen, una síntesis, aunque sea algo incierta. Lo único que en nuestro caso puedo afirmar, sin deformación ni elogio hueco, es que esta es la concepción que me he hecho de Severo Ochoa a través de los años. Después de todo, cada uno de nosotros se ha formado una idea de los demás, y de sí mismo, más o menos equivocada.

Ochoa para mí es el biólogo nato, de cuerpo entero. Primero bioquímico, forzosamente hubo de volverse biólogo—por algo era muy inteligente y tenía “demasiada” imaginación. Que en la bioquímica está la raíz de la vida.

Para terminar, deseo leerles unas líneas del propio Ochoa, contestando a recientes preguntas que se le formularon. ¿Qué aconsejaría usted a los investigadores españoles? Fue una, contestada así: “El científico, como el artista, nace con una vocación y, sobre todo, con ciertas dotes; llega a producir o crear a poco que se le ayude o estimule...”

Otra pregunta, a propósito de viajes de estudio, mereció la siguiente respuesta: “El futuro hombre de ciencia no va a los centros de investigación a aprender técnicas, como he oído frecuentemente; éstas pueden estudiarse en libros o revistas. A mi juicio, va esencialmente a captar un espíritu y adquirir una disciplina. También a ponerse en contacto con las corrientes ideológicas de actualidad, y a enriquecerse espiritualmente”.

Terminaba diciendo: “La calidad y el rendimiento del científico, como los del artista, decaen gravemente si no se dedica por entero a su ocupación predilecta”.

Creo que en estas palabras suyas se resume la personalidad de Severo Ochoa de Alborno.

A continuación el Dr. J. Puche pronunció el siguiente y último parlamento:

Los españoles, y muchos de nuestros hermanos en el idioma y en glorias y desventuras, solemos hacer el elogio del héroe o la exaltación de las acciones humanas meritorias cuando aquél y éstas dejaron de ser actualidad viviente. Inerte el héroe o pasada la acción estalla la competencia de loores, exentos casi siempre de actualidad y de emoción, hojarasca académica marchita.

En realidad de lo que se trata entonces es... "de quedar bien" y de justificar, una vez más, el estatismo sobre un mejor pasado que no es posible superar. Otras gentes apetece soslayar el reconocimiento de la excelencia ajena mostrando indiferencia, regateos, cuando no apreciaciones insidiosas, para el que manifiesta cualidades superiores, marco donde quedan encuadradas la pereza o la envidia.

Ahora no va a suceder así, pues acudimos jubilosamente a esta tribuna con el propósito de festejar con vosotros los recuerdos y las esperanzas que sugiere el reconocimiento internacional de los méritos científicos de Severo Ochoa.

Los fisiólogos de todo el mundo, ya sean centrales o periféricos, formamos una familia numerosa y bien avenida en la que procuramos cultivar, con nuestras aficiones profesionales, la comunicación de las verdades que surgen de la dinámica viviente. En la provincia hispánica hemos sufrido, en estos últimos tiempos, experiencias y frustraciones tan tremendas que han alejado para siempre de nuestro ánimo aquellas desoladas palabras que, a título de consolación imprecatoria, clamaba Unamuno al decir: *¡Que inventen ellos!*... Sí, ciertamente, que inventen los otros y nosotros también, en la medida que seamos capaces para ganar nuestro puestecito al sol o si fuera menester en la luna.

Porque vivir impone a los humanos un esfuerzo cada vez más intenso, y, mayor todavía cuando el hombre pretende sustraerse a la sumisión irracional que muchos practican por comodidad o por cansancio. Es necesario, pues, vivir y seguir adelante con los "otros" y la mayor dignidad posible, aunque nos pese aquel propósito y este rango que otrora pusieran bien alto quienes dejaron señalado el camino. Y como estamos glosando cualidades superiores no estará de más que recordemos aquí algunas de las características de Alfredo Nobel, cuya historia personal, triste y poética, quedó vinculada voluntariamente con la filantropía y con el progreso humano. El genial inventor fue, a lo que sabemos, muy sensible a las virtudes cardinales que preconizaba Goethe; el amor, la justicia, y, la fortaleza. Esta adhesión a los nobles valores, manifestada siempre y, con mayor fuerza, en los momentos decisivos, quizá no fue advertida por sus contemporáneos, circunstancia explicable en aquel hombre poderoso y afortunado que llevaba su fuego interior recatadamente. Este modo de ser se manifiesta en la respuesta que dio a su hermano Luis cuando éste le sugirió que escri-

biera su autobiografía. En la contestación a su hermano, entre las apreciaciones humorísticas acerca de su persona, se advierten sus inquietudes principales y también el aliento de Shelley, el poeta que por su acendrado amor a la humanidad y a la ciencia, por su falta de conformidad con el ambiente, fue víctima de los dictérios de sus coterráneos y aceptó voluntariamente el exilio.

Aquellos inspirados poemas debieron encender, en el ánimo bien dispuesto de Nobel, la decisión de realizar una parte de su contenido. ¡Y así fue!, ya que, al abrigo de las preocupaciones cotidianas, trató de convertir los mensajes poéticos, angelicales y diabólicos, en realidades humanas. En este empeño discursó la vida y el fáustico destino de Nobel.

Si pudiéramos cotejar las relaciones de los candidatos propuestos a los organismos que tienen a su cargo el otorgamiento de los premios Nobel, advertiríamos que todos los años afluyen a Escandinavia —convertida en providencia terrenal de la cultura— los nombres más esclarecidos de la élite humana. Allí eligen, siguiendo el mandato de Nobel, a los que consideran mejor calificados. Las designaciones se realizan con el natural coeficiente de error, que, en más de una ocasión, ha sido subsanado al otorgar los premios subsiguientes, pues los grandes descubrimientos, las creaciones geniales, suelen producirse tras agotadoras jornadas de labor y difícilmente pueden acotarse dentro de lapsos muy limitados.

Quisiera considerar ante vosotros algo que nadie ha hecho, que yo sepa, acerca del significado de la dispersión del número reducido de premios Nobel sobre la enorme población del mundo entero. No pretendo sacar conclusiones valederas de este juego de números, pero sí algunos comentarios que surgen de su manejo. Advertido también de que la estadística es una deidad tornadiza, según sea la merced que le pidamos.

Estas consideraciones se fundamentan sobre la distribución de los premios Nobel discernidos desde 1901 hasta 1950, ambos inclusive, sin contar los años en que no fueron otorgados que coinciden con los períodos de las dos guerras mundiales, durante las cuales se perturba no sólo el otorgamiento de estos premios internacionales, sino también la vida de la humanidad entera.

Tomando en cuenta la relación entre el número de habitantes y el número de premios

obtenidos por los ciudadanos de cada nación, resulta una fracción de premio por millón de habitantes en el siguiente orden decreciente: (los números se han hecho muy aprisa y están sujetos a posibles rectificaciones).

|                |             |
|----------------|-------------|
| Noruega        | 1.30/millón |
| Suecia         | 1.15/millón |
| Austria        | 1.00/millón |
| Inglaterra     | 0.72/millón |
| Alemania       | 0.65/millón |
| Dinamarca      | 0.65/millón |
| Suiza          | 0.62/millón |
| Bélgica        | 0.61/millón |
| Francia        | 0.55/millón |
| Holanda        | 0.50/millón |
| Estados Unidos | 0.24/millón |
| Hungría        | 0.20/millón |
| Canadá         | 0.14/millón |
| Italia         | 0.13/millón |
| Argentina      | 0.12/millón |
| España         | 0.12/millón |
| Portugal       | 0.12/millón |
| Polonia        | 0.10/millón |
| Rusia          | 0.01/millón |

Como se puede ver a primera vista esta distribución no corresponde a las aportaciones, cuantitativas ni cualitativas, de los distintos países a las ciencias y a la causa de la Paz, pero donde se advierte el desnivel más grande es precisamente en los índices correspondientes a EE. UU. y a la URSS, países que hoy pueden considerarse en primer lugar en cuanto a los adelantos científicos y tecnológicos. El fenómeno, sólo aparente, puede explicarse en el caso de Estados Unidos porque el mayor volumen de investigaciones físicas o tecnológicas se realiza bajo el control de los organismos de defensa o de patentes privadas. En cuanto a Rusia, este país ha vivido al margen de Europa durante muchos años y este aislamiento se hizo más patente después de la revolución de 1917. Desde entonces el mundo eslavo sigue funcionando con absoluta autonomía y las influencias de todo orden recibidas de los países germánicos o sajones, cuidadosa e íntegramente asimiladas.

Hecha esta necesaria aclaración, si agrupamos ahora a los distintos países por sus afinidades étnicas o idiomáticas el orden sería el siguiente:

Escandinavos,  
Inglaterra,  
Germánicos de Europa,  
Latinos de Europa,

Americanos del Norte,  
Americanos del Sur,  
Otros países.

Pretendo aventurar algunas sugerencias distintas de las que podrían deducirse de la significación de estas cifras crudas o de clasificaciones arbitrarias, donde forzosamente se confunden muchos factores de variabilidad. Pretendo decir lo que sigue: es de conocimiento común que el centro de gravedad de lo que pudiéramos llamar "civilización científica" se hallaba en la primera mitad de este siglo en una vasta zona que sigue el paralelo de la "Mittel-Europa". Inglaterra, a pesar de su aislamiento insular, participa muy activamente en este desarrollo, y Francia a la cabeza de los países del sur. Los países escandinavos, sin menoscabo de sus peculiaridades nacionales, no aducen a este concierto más que brillantes resonancias emanadas en aquel foco central de Europa que se hizo patente ante la conciencia del mundo por las gloriosas hazañas de sus pensadores, de sus sabios, de sus artistas.

Una y otra vez el mal consejo y el desatentado afán de poder de los que se creyeron más fuertes produjo la escisión de aquel costoso patrimonio común. Las guerras deshicieron aquellas esplendorosas realidades, dispersando por todas las direcciones de la rosa de los vientos los gérmenes fecundos de esta etapa de la civilización humana que hoy nos parece frustrada.

Esta diáspora ha removido y fecundado las entrañas de colectividades más alejadas que reagrupándose de otra manera bajo distintas banderas y formas de vida, se han convertido en los usufructuarios legítimos de aquellos bienes que reconocen una raíz común.

Durante aquel período tan agitado, España fue uno de los parientes pobres de la rica y ensoberbecida familia europea. Pese a sus conexiones idiomáticas, espirituales y consanguíneas, patentes en toda la extensión del continente americano, su influencia en aquellos países ha sido cada vez menor por la conjunción de las torpezas propias y de la perfidia de los interesados en nuestra decadencia. Llegaba al comienzo del siglo XX derrotada, empobrecida, pero gravitando pesadamente sobre el cuerpo desvalido de la nación, las mismas viejas estructuras fracasadas, con mayor caudal de estulticia, inservibles, anacrónicas y dispuestas a sobrevivir sobre el profundo marasmo nacional.

Y, sin embargo, otra vez de esa rica cantera de potenciales humanos que es el pueblo

español, surgieron voluntades inteligentes y eficaces que pusieron en pie ideales renovados y afanosos deseos de vivir. Un grupo de españoles ilustres unidos de profunda devoción por los valores auténticos, fieles a las tradiciones verdaderas, en trance de "santidad laica", trabajaba en la Institución libre de Enseñanza. El joven monarca, recién llegado de su viaje de esponsales, fue enterado en Londres de la existencia de aquella benemérita organización que presidía D. Francisco Giner y a su regreso trató de establecer cortés relación con sus componentes, pero, a pesar de los buenos oficios de D. Luis Simarro, aquel contacto fue fugaz e intrascendente, malogrado por el ambiente y las gentes del cortejo real.

En distintas comarcas de la Península surgieron otros grupos y personalidades relevantes unos al calor de los nacionalismos ibéricos fustigados y otros por su propia determinación y valía. Cataluña, Vasconia y Galicia formaban los más coincidentes y compactos. D. Francisco, Costa, Azcárate, Ramón y Cajal, Menéndez y Pelayo, y, unos pasos después, Unamuno clamaban desde la meseta en tonos distintos requirimientos semejantes a las juventudes españolas.

Aquellos desvelos fructificaron muy pronto y ya vemos en su cátedra a Ortega y Gasset dictando su versión agradable y veraz de la cultura europea y reuniendo a su alrededor valiosísimo conjunto de colaboradores y discípulos que pronto habían de revelarse como maestros extraordinarios.

Y en los altos del hipódromo a D. Ignacio Bolívar con sus entusiastas discípulos continuando la brillante tradición de los naturalistas españoles que venían publicando desde 1872 las revistas de la Sociedad Española de Historia Natural y después las múltiples series del Museo Nacional de Ciencias Naturales, en las que aparecieron, junto a los trabajos de D. Ignacio Bolívar, los de Angel Cabrera y de Rioja sobre zoología; los genéticos de Nonidez, Zulueta y Galán; paleontológicos de Royo Gómez y las notables aportaciones a la botánica de Cuatrecasas, Font Quer y Miranda. Desde 1925 se publicaba bajo los mismos auspicios la *Revista Española de Entomología "Eos"* que adquirió desde sus comienzos relieve internacional extraordinario y donde publicaban sus trabajos: I. y C. Bolívar, Mercet, Escalera y Bonet.

D. José Giral renueva y orienta desde su cátedra de la Universidad Central los estudios de Química Biológica.

Eduardo Torroja reactiva la buena tradición de los matemáticos españoles que alcanzó, precisamente en esta época, uno de sus momentos más brillantes con las aportaciones de Terrades, Rey Pastor, Honorato de Castro y Barinaga.

L. Torres Quevedo en los Laboratorios que llevan su nombre, entre otros trabajos meritorios, inicia la fabricación en España de material científico de precisión secundado por el Sr. Costa.

D. Blas Cabrera primero en los modestos laboratorios de Física y Química, convertidos más tarde en el Instituto de Física y Química subvencionado por la Fundación Rockefeller produciendo investigaciones originales de gran valía con Moles, Martínez Risco, Catalán, Duperier, Palacios, Madinaveitia, F. Giral. En la Junta para Ampliación de Estudios haciendo el milagro de los panes y los peces Castillejo y Santullano. Por encima de todo ese hervidero de inquietudes la sombra estimulante y benéfica de D. Santiago con Achúcarro, del Río Hortega, Tello y multitud de colaboradores españoles y extranjeros que llevaban a todas partes pruebas de nuestro despertar y de nuestro aliento.

En Barcelona una escuela de humanistas y letrados llenaban de prestigio la Universidad y las Instituciones de Cultura Superior auspiciadas por la Diputación primero, por la Mancomunidad después, y, en los últimos tiempos, por la Generalitat de Cataluña: Milá y Fontanals, Serra Hunter, Bosch Gimpera, los Xirau, Nicolau d'Oliver, Soldevila, entre otros muchos. Turró que había luchado, con juvenil intrepidez, contra la deformación de los hombres de ciencia de su tiempo, impulsa con grande entusiasmo y gallardía la investigación experimental fuera y dentro del recinto universitario. Augusto Pi-Sunyer, su discípulo predilecto, fue de los primeros y el más destacado entre todos. Tras de ellos una pléyade de jóvenes entusiastas dirigida por Bellido, por González Domingo y Dalmau, por Cervera y Carrasco que llenaron los Anales de la *Societat de Biologia* de Barcelona filial de la de igual nombre de París. Otro grupo interesante de jóvenes médicos a los que Bellido, con su gracejo habitual, calificaba de "jóvenes turcos" editaba con éxito creciente la *Revista Médica* de Barcelona.

Los dos centros de mayor actividad eran pues las dos concentraciones urbanas más densas de Madrid y Barcelona. También en las provincias se gestaban nuevas formas de vida pero con un ritmo e intensidad menos marcado. Madrid, por

ostentar la capitalidad, reunía personal y medios más abundantes pero todavía insuficientes para dar el gran paso hacia adelante. Los profesores de tiempo completo podían contarse con los dedos de las manos. Bellido fue uno de los primeros entre los profesores de Medicina pues en él se reunían además de una ferviente vocación la favorable situación económica personal, pero casi todos tenían que dedicar su tiempo a actividades profesionales fronterizas para cubrir sus presupuestos de subsistencia. En alguna ocasión el propio Cajal, en la cumbre de la gloria, confió a sus amigos la escasez de sus emolumentos y le aconsejaron que dedicase parte de su tiempo a la atención de enfermos neurológicos, pero la cosa no pasó de una sugerencia que D. Santiago no quiso poner en práctica.

Al incorporarse Negrín a la vida universitaria española, después de largos años de residencia en Alemania, hubo de pasar las mismas vicisitudes y privaciones que a todos los universitarios y científicos nos afectaban, más penosas para él acostumbrado a la abundancia y habiéndose formado en un medio donde la categoría profesoral tenía una consideración social muy destacada. Pero Negrín no era hombre para achicarse ante las dificultades: se avino a nuestra forzosa austeridad y luchó tesoneramente para mejorar la situación económica de los universitarios, ya que en la Universidad se iban revelando los nuevos valores de todas las disciplinas y a la Universidad acudían quienes deseaban continuar en la investigación. Mejoraron las becas de estudios para el extranjero, se idearon las cátedras acumuladas para los profesores de materias fundamentales, se renovaron los equipos, tuvimos libros y revistas y se poblaron los laboratorios de jóvenes entusiastas. Uno de ellos y precisamente de los más entusiastas era Severo Ochoa. Allí le conocí cuando estaba trabajando, bajo la amistosa tutela de Hernández Guerra, con García Valdecasas y Paco Grande en el Laboratorio de Fisiología de la Residencia de Estudiantes creado y dirigido por D. Juan Negrín. Ya estaban sobre la pista de la creatinina y del ácido fosfórico que luego habría de alcanzar fabuloso desarrollo en la investigación bioquímica.

Os quiero referir con las propias palabras de Ochoa el punto de partida de su vocación científica:

"Por lo que a mí respecta, el curso de Fisiología con Negrín fue una revelación, un abrir las puertas de par en par a una vista fascinante y poderosamente atractiva de esa ciencia, un estímulo a pensar, a leer traba-

jos y monografías, otras que los libros de texto, en lenguas extranjeras, y a experimentar por uno mismo. La lectura de Cajal me había hecho sumamente receptivo y las enseñanzas de Negrín constituyeron el impulso final que me atrajo irresistible y definitivamente hacia la ciencia".

"Creo que fue en el año 1924 cuando, cursando yo el 2º año de medicina, visité Houssay Madrid y dio una conferencia en la Facultad de Medicina comentando amplia y elogiosamente los trabajos de Negrín y su escuela. Esto me hizo sentirme orgulloso de ser uno de sus discípulos, compensando en cierto modo mi mala fortuna de haber llegado tarde para ser discípulo de Cajal".

Luego vinieron otras influencias la de Meyerhof la de Paton, la de Peters, la convivencia con los Cori y todas ellas no hicieron más que remachar la vocación y exaltar la personalidad de nuestro amigo, fiel a los versos de Goethe que debió escuchar en Heidelberg:

*"Höchstes Glück der Erdenkinder  
Sei nur die Persönlichkeit".*

donde guardan culto reverente al poeta de la Alemania culta.

No quiero terminar mi intervención sin señalar la enorme responsabilidad en que incurren quienes permiten que perdure en nuestra patria de origen la persecución y la barbarie y que ha determinado que muchos de los mejores hombres que vieron la luz primera en la tierra de España se hallen dispersados por todas las latitudes del mundo, adaptados y útiles muchos de ellos, pero inadaptados un número mayor. Acaso no sea tan calamitosa la circunstancia de verse expatriado, cuando la expatriación no consiguió desgajarnos de nuestras ideas, de nuestros valores, de nuestras convicciones, de nuestra personalidad... porque allí donde va el hombre lleva sobre sus plantas todo aquello que merece la pena de vivir. Confiemos que este desplazamiento de voluntades, de inteligencia y de esfuerzos españoles fructifique en la tierra que aniden, guardando las esencias, los genes, las ideas, sobre todo las ideas puesto que al fin de cuentas, son las ideas lo que sigue adelante.

Celebremos con alegría el reconocimiento de los méritos de Severo Ochoa, Premio Nobel 1959 de Fisiología. Quizá se haya malogrado en este luarqués simpático y espigado un santo que fuera a hacer compañía a los muchos que hemos dado al santoral cristiano los españoles, pero hemos ganado un sabio auténtico y además otro ejemplo alentador para los muchachos que quedaron allá, que bien lo necesitan, y para todos los jóvenes del mundo en las arduas tareas que a todos nos esperan.



## Libros nuevos

HAYASHI, T., ed., *Partículas subcelulares (Subcellular particles)*, 213 pp. The Ronald Press Company. Nueva York, 1959 (6 dólares).

He aquí un libro extraordinario. De los que sacarán los colores a la cara a más de un fisiólogo acuciado a la antigua usanza. Y esto no por cualquier cosa, sino por que este libro nos revela de forma excepcional el nuevo vocabulario —enzimático, bioquímico, matemático, físico— que en algunos capítulos ha adquirido la Fisiología de estos últimos años.

En él se transcriben las tres sesiones del Congreso de la Society of General Physiologists que tuvo lugar en Massachusetts los días 9 y 11 de junio del año 1958. Aquí se encuentran magníficamente editadas las ponencias y las discusiones que se realizaron en dichas reuniones. Han sido recopiladas, ordenadas y editadas por Teru Hayashi y en la presentación nos dice que las ciencias biológicas viven la "Edad de oro" desde que los investigadores empezaron a hurgar la cantera inagotable de las inclusiones celulares.

Esta es la verdad. El fisiólogo de estos últimos años se ha puesto la escafandra y se ha sumergido como un buzo en las espeluncas misteriosas del protoplasma. ¡Y ha encontrado piedras preciosas!

En la primera sesión el Profesor Novikoff habla de citología bioquímica, o de bioquímica citológica, dando una visión panorámica de este patrimonio (que se inició con Brachet) y nos explica la importancia del microscopio de fase, del microscopio electrónico, de la radioautografía, de la ultracentrifugación, de las tinciones citoquímicas, de los sistemas multienzimáticos, etc., y a través de unos esquemas deliciosos la trascendencia de estas microestructuras llamadas partículas subcelulares.

Todavía no tenemos el nombre en castellano; unos las llaman organelas, otros organitos u organitas, pero ya tenemos que dialogar con mitocondrias, microsomas y lisosomas, como si tuvieran carta de naturaleza fisiológica reconocida. A propósito de las partículas llamadas lisosomas hay en el libro una aportación de C. de Duve que a nuestro sentir es la más interesante y la más trascendente. El esquema de la página 130 para explicar la penetrabilidad selectiva a través de las membranas de estas subestructuras es impresionante, por su sencillez.

Cotejando los esquemas con las imágenes obtenidas a través del microscopio electrónico diríase que hemos llegado a la realización de aquel sueño de Pi Suñer, cuando decía, en sus años mozos, que, "estructura y función eran una misma cosa". Revelación genial que hoy empieza a tener un vocabulario al que los fisiólogos del tiempo de don Augusto no están todavía acostumbrados.

Destacamos los capítulos referentes a membrana, fosforilaciones y síntesis proteica.

Los dos que cierran el libro, dedicados a partículas nucleares, nos abren la vasta perspectiva de los ácidos ribonucleicos y desoxidos ribonucleicos cuya proyección es incalculable en el campo de la proteínopoyesis, virupoyesis y cancerogénesis.

Bien venido sea este libro que además viene patrocinado por la American Physiological Society pero queremos aprovechar esta ocasión para hacer una advertencia. En

tiempos de Claudio Bernard se hizo un auténtico viraje en el camino de las ciencias fisiológicas, y también entonces se cambió el vocabulario. Enhorabuena. Las cosas ahora son muy distintas, por que ahora no se trata de hacer un viraje como en aquel entonces en que la fisiología vivía entre tenores que cantaban histriónicamente teorías absurdas sin base experimental. Ahora en cambio vivimos una etapa de enriquecimiento portentoso. La fisiología de quimógrafo sigue siendo legítima hoy, como hace un siglo.

No sería legítimo, como vocifera algún pelafustán de última hora, afirmar que debemos cambiar el rumbo. Vivimos sí, tiempos de plenitud y por lo tanto, nuestra obligación es ... ¡recapitular!

Lo uno, con lo otro. Aquello, con esto. Claudio Bernard con Mac Manus.—A. ORIOL ANGUERA.

HEYMANS, C., y E. NEIL, *Áreas reflexogénicas del sistema cardiovascular (Reflexogenic areas of the Cardiovascular System)*, 271 pp., illustr. J. & A. Churchill, Ltd. Londres, 1958.

En la publicación oficial que edita todos los años el "Nobel kommittén" del Instituto Karolinska de Estocolmo hay un apartado que dice textualmente: "en el año 1938 se otorgó el Premio Nobel de Fisiología y Medicina a Corneille Heymans por haber descubierto la importancia de los mecanismos senocortídeos y cardioartrícos para la regulación respiratoria".

Hasta aquí el texto oficial. Ahora bien, C. Heymans en el año 1933 publicó una magnífica monografía en donde resumía una labor muy personal. Por aquel entonces había logrado una técnica perfecta de decapitación del perro y con esta cabeza aislada cruzaba la sangre de dos animales con el fin de descartar la componente neural frente a la componente humoral.

Los fisiólogos iban a Gante en peregrinación para admirar la habilidad de un hombre que por esta misma destreza quirúrgica se redimía de la macabra experiencia consistente en mantener viva una cabeza de perro aislada de su tronco.

En su clase de Fisiología uno se quedaba boquiabierto y aunque su vocabulario se hacía impenetrable (Heymans da las clases en lengua flamenca) sus exhibiciones teórico-prácticas iluminaban la oscuridad de un verbo de suyo difícil.

Su libro actual no es una reedición de la monografía príncipe que publicó en 1933. Es un libro nuevo de arriba abajo. Aquella era más quirúrgica, éste tiene más de electrónica. Es que, los tiempos han cambiado y Heymans, en lugar de dormirse sobre los laureles, ha seguido paso a paso la evolución histórica de la fisiología. Esta fisiología que hoy se nos ha tornado física y matemática en proporción alarmante.

Su colaborador E. Neil no está ajeno a la modernidad del libro. Diríase que la aportación electrónica está hecha principalmente por él.

Divide el libro en 3 partes:

- 1a. Parte = Presoceptores.
- 2a. Parte = Quimioceptores.
- 3a. Parte = Reflejos cardiopulmonares.



Cada una de estas secciones, la sistematiza como un francés, la desarrolla como un alemán... y la explica en inglés.

Primero nos da los antecedentes anatómicos, histológicos y embrionarios. Sobre esta plataforma desarrolla el tema reflexológico. Su tema. Podemos subrayar el su porque este capítulo de la fisiología le pertenece por derecho propio.

Aunque las figuras son todas claras y concretas, las que traducen los resultados obtenidos con quimógrafo a la antigua usanza (emplean papel ahumado y palancas inscriptoras) son mucho más atractivas que las obtenidas con equipo moderno.

La primera edición del libro se titulaba "Le sinus carotidien" y estaba escrita en colaboración con Bouckaert y Regniers y editada por Doyn en París.

Esta, en cambio (de formato mayor y de más amplio contenido) está hecha en colaboración con E. Neil como queda dicho y tiene una magnífica aportación neurofisiológica y, a pesar de su renovación en todos los capítulos, recuerda las mejores aportaciones de la edición de 1933.

Hay una cosa que nos satisface sobremanera. La constante apelación a los trabajos escritos en lengua española. Los trabajos de la escuela de Madrid se hallan cuidadosamente transcritos. Figuras, alegatos y bibliografía. De Castro por ejemplo, se halla magníficamente resumido.

Se alude a los trabajos de Nonidez con mucha frecuencia y cuando se refiere a la escuela de Pi Suñer cuida hasta la impresión de la ñ con un tilde correcto y desasostumbrado. Alude asimismo a los trabajos mexicanos de J. J. Izquierdo, Ochoterena, etc.

Un libro modelo, que nos da en sazón aquel mismo fruto que habíamos degustado, en sus primicias, hace justo 25 años.

Termina con unas 2 000 citas bibliográficas.—A. ORTIZ ANGÜERA.

VAN TYNE, J. y J. BERGER, *Fundamentos de Ornithologia* (*Fundamentals of Ornithology*), XI + 624 pp., 252 figs. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1959.

Los cursos de Ornithología en sus grados iniciales y los de cordados como materia general, habían carecido de un texto que fuera a la vez simple, conciso y abarcara todos los aspectos concernientes a las aves, que habían sido tratados muy superficialmente en los textos generales o en forma demasiado extensa en los libros especializados que no están, por lo general, al alcance económico e intelectual de los estudiantes.

El libro de Van Tyne y Berger ha venido a llenar el lamentable hueco didáctico referente a las ciencias biológicas señalado en el párrafo anterior. Se trata de un texto cuyo título no podía significar mejor su contenido, que son los fundamentos de la Ornithología, expuestos en la forma más completa que puede demandar un curso elemental superior de la materia tratada o uno general sobre los vertebrados; satisface además las necesidades del profesor de zoología general que desea conocer concretamente la versión más al día de un grupo como las aves, cuyo estudio siempre interesa a los alumnos, aún en los grados iniciales de su preparación.

Si leemos detenidamente todos los capítulos del libro, cosa que se hace con gusto, debido a la amabilidad de las

exposiciones y al interés que los autores logran despertar en el lector, difícilmente se encuentra un tema que no se haya tratado. Es probable que el capítulo 13, referente a la clasificación de las aves del mundo por familias, sea el único que origine en el lector deseo de que hubiese sido tratado con mayor amplitud. Sin embargo, de ninguna manera podría decirse que esté incompleto y parece lógico suponer que si a cada una de las familias se dedicara mayor espacio, el libro habríase salido del plan general en que fue proyectado y llegara, quizá, a dimensiones que le restasen accesibilidad, sobre todo desde el punto de vista económico. El profesor que tome como texto la obra que aquí comentamos, puede descansar en lo tocante a taxonomía, sobre catálogos regionales tratados faunísticos y aun en los innumerables libros de divulgación existentes, por lo común profusamente ilustrados con magníficas láminas en color. Desde cierto punto de vista, las características señaladas para el capítulo de clasificación, dan al libro gran adaptabilidad a regiones muy diversas y probablemente condiciones favorables a su traducción a otros idiomas.

Todavía se puede consignar algo más en estos comentarios generales: el copioso registro de publicaciones relativo a los temas tratados, que se encuentra al final de cada capítulo y que puede usarse como primera guía para quienes pretendan ahondar en cualquiera de los conceptos tratados.

El primer capítulo se refiere al origen y evolución del grupo, desde los reptiles Pseudosuchia y pasando por las principales transformaciones y adaptaciones, hasta las aves actuales. Contiene algunas novedades para quienes no son especialistas en Ornithología, como la definitiva sinonimia de *Archaeopteryx* y *Archaeornis*, así como el descubrimiento y posición taxonómica de *Osteodontornis*, cuyas mandíbulas están provistas de procesos odontiformes.

Sigue al primer capítulo, uno dedicado a la anatomía de las aves en forma bastante general, pero con énfasis muy acertada, en aquellas estructuras que tienen importancia como caracteres que sirvan para separar grupos mayores o para la clasificación hasta especie de los ejemplares. A este respecto se hace detenido tratado de las plumas y del plumaje, las mudas, la coloración y el papel que juegan tales factores en la biología de las especies.

El comportamiento de los animales a que este tratado se refiere, es tema que a muchos biólogos y amantes de la naturaleza, atrae e interesa. Van Tyne y Berger se ocupan de estos aspectos en el cuarto capítulo de su libro, abordándolos primero, mediante un estudio de los sentidos, de la inteligencia, el instinto y la facultad que tienen las aves para aprender. En capítulos posteriores, van los autores presentando y discutiendo en forma menos general, temas como la distribución, migración, vuelo, alimento y hábitos alimenticios, comportamiento nupcial y prenupcial, relaciones sociales y en forma muy encomiable, como capítulo quinto, la emisión de sonidos, la voz y el canto.

El duodécimo capítulo es como una introducción a lo que se ha de tratar en el siguiente, al que ya nos referimos en algún párrafo anterior. Exponen los autores las generalidades sobre clasificación zoológica, las jerarquías taxonómicas, los conceptos generales sobre la significación de especie y de subespecie, la especiación, po-

blaciones, factores que hacen difícil el estudio de los problemas antes mencionados, como es el polimorfismo, la hibridación, las llamadas especies gemelas y otros.

Aun cuando ya nos hemos ocupado del capítulo 13, es conveniente agregar que fue compuesto y escrito por el Dr. Van Tynne como el básico de toda la obra que él no pudo ver terminada puesto que su muerte ocurrió el 30 de enero de 1957, cuando todavía faltaban algunos capítulos por terminar y otros no habían sido siquiera iniciados.

El complemento del texto lo constituye un glosario compuesto por cerca de ochocientos términos, que es, probablemente el más completo que se ha publicado hasta la fecha, desde que se diera a la publicidad el Diccionario de las Aves, escrito por Newton en 1896.

No hay la menor duda de que este libro será recibido con beneplácito por todos los naturalistas, los biólogos y los profesores de zoología que harán buen uso de él y recibirán los beneficios de una obra general, elemental y muy completa. El Dr. A. J. Berger, estará con seguridad satisfecho de la forma en que completó una obra inconclusa, que de no haber sido por sus atinadas intervenciones, hubiera quedado perdida para la ciencia y la enseñanza. El libro comentado es uno más que se produce por el personal docente de la Universidad de Michigan, institución que siempre ha destacado por elaborar buenos textos.— J. ALVAREZ.

HENGLEIN, F. A., *Fundamentos de la tecnología química (Grundriss der Chemischen Technik)*, 762 pp., 460 figs., 123 tabs. Verlag Chemie GMBH. Weinheim, Alem., 1959 (DM 55).

La décima edición de esta gran obra, tanto desde el punto de vista del texto —con sus 460 figs. y 223 tabs.— como por su impecable presentación, es la recopilación de la novena, editada en 1955. El hecho de haberse presentado la necesidad tan inmediata de una reimpresión, ya en prácticamente 3 años después de la anterior, por sí sólo es el homenaje máximo del presente tomo. Refiriéndonos a la reseña correspondiente a la novena edición donde se ha dado a conocer la distribución característica del tomo. En resumen, nuestra opinión es la siguiente: el libro del Prof. Dr. F. A. Henglein, actualmente director del Instituto de Técnica Química en la Universidad Técnica de Karlsruhe, sigue siendo un libro inapreciable e imprescindible para el estudiante avanzado e interesado, para los químicos, ingenieros, ingenieros químicos y al mismo tiempo para los directores de empresas relacionadas con la química en sus ramas correspondientes.—J. ERDOS.

GÉNÉVOIS, L., *Tratado de Bioquímica (Traité de Chimie Biologique)*, Tomo I, 328 pp.; Tomo II (en dos volúmenes), pp. 329-880. Presses Universitaires de France. Paris, 1957 y 1959 (resp.).

La primera parte del *Traité de Chimie Biologique* del Profesor Génévóis apareció, como se señala, en 1957, en la que el autor aborda los siguientes temas: aminoácidos, proteínas, enzimas proteolíticas, ácidos nucleicos ("nucleínas"), porfirinas y enzimas respiratorias. Ahora aparece la segunda parte de esta obra que a su vez se divide en dos volúmenes, el primero incluye el estudio de los elementos minerales y de los glúcidos y el segundo el de

las vitaminas, lípidos, esteroides, carotenoides, la fermentación y la fotosíntesis.

Preferimos comentar la obra como un todo, a pesar del tiempo transcurrido entre la edición de la primera y segunda partes, en beneficio de los interesados.

En primer término debe comprenderse que el tratado del Profesor Génévóis está adaptado a las necesidades de las conferencias que dicta en la Facultad de Ciencias de Burdeos y por lo tanto la distribución de los temas está en función de esa circunstancia.

Según las propias palabras del autor, la experiencia adquirida al través de treinta años de enseñanza le ha indicado que la mejor manera de interesar a los estudiantes es describir cada sustancia metabólicamente importante, en función de su papel fisiológico y de su modo de formación principalmente. Además el autor trata de mantener en esta obra las características de la colección de tratados dentro de la cual se encuentra incluida, es decir que sea sintética, viva, moderna y rica en ideas, más que de tipo enciclopédico. Debe también tenerse en cuenta que es un texto de Bioquímica General, en realidad una introducción bioquímica al estudio de los microorganismos, plantas superiores, animales y el hombre, en el que se hace hincapié en los aspectos metabólicos comunes.

Es nuestra opinión que este *Tratado de Bioquímica* es una obra atractiva, dentro de las limitaciones que el propio autor señala, que deben conocer no solamente los estudiantes de Bioquímica General que se inician en esta disciplina, sino también los profesores que sientan la inquietud de revisar constantemente las maneras de interesar a los que reciben la cátedra y de orientar ciertos temas fundamentales.

Como ejemplos de la manera de tratar algunos puntos señalaremos lo que se refiere al estudio de los ácidos glutámico y aspártico y los hidroxiaminoácidos. En el primer caso incluye los aspectos referentes a su estado natural, procedimientos de obtención, propiedades físicas y químicas y enseguida su metabolismo, haciendo énfasis en sus relaciones con el Ciclo de Krebs y las reacciones que los conectan con este mecanismo metabólico. Más aún, señala algunas aplicaciones industriales del ácido glutámico. Dentro del capítulo de los hidroxiaminoácidos incluye a los aminoalcoholes, siguiendo en todos los casos el desarrollo señalado en el ejemplo anterior. Cuando se refiere a la colina, además de explicar su importancia en las metilaciones, señala su papel como parte de la acetilcolina y se refiere a la acción de ésta sobre la presión sanguínea.

Otra característica de la obra del Prof. Génévóis, al compararla con otras similares —especialmente las editadas en países de habla inglesa—, es la diferente extensión que dedica a ciertos capítulos. Por ejemplo, reduce el espacio referente a los glúcidos al mínimo, por considerar que muchos de los temas que normalmente se incluyen en este capítulo en otros libros, pertenecen o están más adecuadamente explicados, en las obras de Química Orgánica. En cambio, le dedica mayor atención a la parte de metabolismo de los elementos minerales, por considerarlo desde luego importante y subestimado en otros tratados franceses.

Aunque es lógico que varios aspectos del *Tratado de Bioquímica* que nos ocupa no se adaptan a las necesidades de los cursos de Bioquímica General que se imparten en algunas Escuelas Superiores de México, creemos que la forma en que aborda algunos temas es un interesante ex-

perimento pedagógico, que puede ser de gran utilidad para los profesores de la materia en nuestro medio y desde luego, para los estudiantes que se inician en ella. En resumen, recomendamos el tratado del Prof. Génévols como una de las obras de consulta especialmente para los estudiantes que cursan la Bioquímica General y para los profesores que imparten esta cátedra.—GUILLERMO MASSIEU H.

LAVÍN, J. D., *Geografía mexicana de tres dimensiones*, 143 pp. Editorial América Nueva, México, D. F., 1959 (24.00 pesos).

El autor se propuso poner a nuestro alcance un libro muy original y de gran importancia para el futuro.

Como lo establece en la introducción: "...Las ideas desarrolladas, que parecerán fantásticas a aquellas personas de mente distraída o conservadora, no son más que un avance, sin duda incompleto, de lo que será el mundo de mañana. Ahora bien: mañana, dentro de las aceleraciones extraordinarias del progreso moderno, es realmente mañana. Es lo que con seguridad verán nuestros hijos, sin que podamos predecir lo que nuestros nietos hayan de ver. Baste considerar que los hombres maduros de hoy, hemos visto surgir la electricidad, el teléfono, la telegrafía sin hilos, la televisión, el automóvil, la navegación aérea a motor y por impulso, los avances extraordinarios de la producción industrial, la colocación de satélites artificiales, innumerables descubrimientos de todo género, y lo que supera a todos, el conocimiento de los métodos para adquirir el conocimiento. Nosotros sostenemos la creencia de que el avance de la tecnología nos obligará a salvar ese lamentable retraso y que la población humana organizada en estados, tendrá que encontrar los procedimientos para resolver los problemas de la convivencia pacífica y para su bienestar. Cuando menos creemos que esta posición optimista deberá mantenerse y propagarse porque, como se ha demostrado en el transcurso de la historia, las fuerzas de la mente constructiva operan y operarán continuamente a mayor intensidad en las orientaciones hacia el bien. Y la vida sólo tiene atractivos dentro de esta seguridad."

Empezando con el capítulo intitulado "La materia de la Geografía Política", nos presenta imagen general muy atractiva sobre la doctrina y cuestión abandonada del dominio de la superficie terrestre, del fondo de los mares, etc.

En el capítulo denominado "El desarrollo de los territorios nacionales", nos demuestra que los propósitos de justicia y libertad contenidos en la Carta de las Naciones Unidas se pueden cumplir, señalándose al mismo tiempo la posibilidad de una vasta ampliación de espacios geográficos sin ningún perjuicio posible. Sigue la descripción clara y exacta del circuito bioquímico vegetal-animal-hombre, o sea la apreciación de la energía solar; seguidamente se apuntan los cálculos energéticos relacionados con el hombre como transformador de energía.

Redactados en forma atractiva se presentan capítulos sobre los campos geográficos habitados y su habitabilidad, de la aparición y desarrollo de la energía biológica así como la primera conquista de la materia orgánica. Siguen precisas descripciones del combate del desierto, establecimiento de sistemas hidráulicos y aprovechamien-

to del agua del mar para la irrigación, el posible dominio del agua atmosférica relacionada con problemas de la agricultura, forestación y reforestación, ensayos y experiencias relacionadas con el medio acuático como fuentes de alimentos y energía. A continuación se exponen las más importantes técnicas para la extracción y formación de metales así como de macromoléculas. En seguida se clasifica la energía como proveniente de dos fuentes: a) solar, y b) de las reacciones químicas y de los átomos.

Bien documentado y en estilo brillante se presenta todo lo ya mencionado por el Ing. J. D. Lavín, en su obra.

En resumen, llega a 12 conclusiones, de las cuales citaré algunas por su importancia y valor especial, según mi juicio: 3º—Los sistemas económicos actuales, basados en las técnicas del siglo XIX, tendrán que evolucionar hasta nuevas organizaciones. En este proceso evolutivo cada estado determinará libremente los métodos que se acomoden a sus costumbres y legislación. La aplicación de las técnicas modernas y la aceleración de las aplicaciones prácticas en lo que va de este siglo, en los distintos países, produce ya grandes dificultades en la economía, cada vez más lejanas de una solución.—5º—...Las soluciones que proporciona la técnica y las posibles ampliaciones del territorio que actualmente no está sometido a dominio político, suprimen todas las antiguas causas de la guerra.—8º—En el pasado los estados provocaban la guerra por la invasión de sus países limítrofes, o por las invasiones del territorio ajeno a través del mar. La declaración del dominio político sobre el fondo del océano que proponemos, no implica lesión alguna y el dominio se repartirá por arreglos internacionales. El fondo del océano, aprovechable ahora económicamente, repartido entre todos los estados y aumentando en 4 veces la superficie terrestre utilizable sujeta a dominio político, constituirá reservas que asegurarán cualquier abastecimiento futuro de materias primas no reemplazables, las que, además, serán raras dadas las nuevas fuentes de abastecimiento.

La segunda parte de este bien presentado libro se compone de 5 "Notas del autor" intituladas: N. 1.—Sobre los problemas del dominio político de la plataforma continental y los fondos oceánicos. 2.—Sobre las doctrinas desarrolladas en relación con el aumento de población. 3.—Conducta internacional y nacional de los estados. 4.—La energía atómica. 5.—Sobre economía y política.

Cada una de estas Notas, es un capítulo acabado y convincente, con exposición clara del autor, basándose en amplia bibliografía recopilada al final del libro.

La lectura atenta convence totalmente al lector de la veracidad y del derecho de considerar la "Geografía mexicana de tres dimensiones" como una promesa, según la exposición del Ing. Lavín en la introducción: "...para la delimitación del medio físico que pertenece geográficamente al Estado Mexicano".

El esquema del autor, el conoide multicolor que comprende el medio físico del dominio del Estado Mexicano, nos hace creer en las frases siguientes, del final de su introducción: "...sostenemos la creencia de que el avance de la tecnología nos obligará a salvar ese lamentable retraso y que la población humana organizada en estados, tendrá que encontrar los procedimientos para resolver los problemas de la convivencia pacífica y para su bienestar. Cuando menos, creemos que esta posición

optimista deberá mantenerse y propagarse porque, como se ha demostrado en el transcurso de la historia, las fuerzas de la mente constructiva operan y operarán continuamente a mayor intensidad en las orientaciones hacia el bien. Y la vida sólo tiene atractivos dentro de esta seguridad.—J. ERDOS.

HUBBLE, E., *La región de las nebulosas (The Realm of the Nebulae)*, XIV + 207 pp. Dover Publ. Inc. Nueva York, 1958.

Constituye esta publicación el número 25 de la serie de las obras editadas por Fundación Silliman, creada en el año de 1883 con un legado de 8 000 dólares entregado al Presidente del Colegio Yale para honrar la memoria de la señora Hepsey Ely Silliman. Contiene la obra un prefacio del cual es autor Allan Sandage en el cual matiza el extraordinario interés que tiene el libro para estudiar la región en la que se encuentran las nebulosas. Y precede este prefacio a otro de Hubble, el correspondiente a la edición original publicada en febrero de 1936. Ilustran la obra fotografías magníficas de catorce nebulosas y se complementa esta ilustración con diez y seis figuras aclaratorias. En los ocho capítulos de que se compone la obra estudia, en la exploración del espacio, la teoría de los universos islas, la clasificación y distribución de las nebulosas, las distancias que de las nebulosas nos separan, la relación que enlaza los conceptos de velocidad y distancia, estudiando finalmente una serie de los grupos locales de mayor interés.—HONORATO DE CASTRO.

NINIGER, H. H., *Fuera de la atmósfera. Introducción al estudio de meteoritos (Out of the Sky. An introduction to meteorites)*, 386 pp. Dover Publications, Inc. Nueva York, 1958 (1,85 dólares).

Ha dedicado el autor este volumen a diferentes grupos de lectores a quienes por distintas razones ha de interesar su lectura. Está destinado en primer lugar a quienes, sintiendo verdadera curiosidad por conocer la constitución física del Universo, tratan de conseguirlo mediante lecturas de carácter científico popular.

Creo también el autor que la lectura de este volumen puede ser útil a los alumnos de las escuelas secundarias formando un complemento de gran interés a los estudios de geología, mineralogía y astronomía descriptiva. Dícenos el autor que esta creencia ha sido en él originada por la experiencia adquirida en su trato con centenares de alumnos de geografía física, de geología y de astronomía descriptiva quienes han deplorado la escasa información que se les había dado acerca de los meteoritos.

Por ser esta rama de la ciencia todavía muy joven y por ir dedicado principalmente este volumen a lectores no especializados, ha procurado prescindir de términos técnicos en la exposición.

Nos dice el autor que su exposición es el reflejo de las experiencias que sobre meteoritos ha practicado durante 28 años, habiendo además consultado al exponerlas con numerosos autores entre ellos con varios de los coleccionistas de meteoritos y con especialistas en estos estudios de varios museos de ciencias naturales. Entre las instituciones consultadas que cita se encuentra el Instituto Geológico de México, además de los de las Universidades de Kentucky, Michigan, Minnesota, Ne-

braska, Princeton, Texas y el Museo del Estado de Nueva York.

Agradece el autor las críticas que le han sido formuladas por varios científicos a los que cita nominalmente y termina asumiendo la responsabilidad de los errores cometidos en la exposición.—HONORATO DE CASTRO.

*Tablas de integrales exponenciales para funciones complejas (Tables of the Exponential Integral for Complex Arguments)*, XIV + 634 pp. National Bureau of Standards, Appl. Math. Ser. 51. Washington, D. C., 1958 (4,50 dólares).

La Sección de Matemáticas Aplicadas del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de Norte América ha publicado en un sólo volumen de 634 páginas, cinco Tablas y una más suplementaria en las cuales da los valores de la integral exponencial:

$$E_1(z) = \int_z^{\infty} (e^{-u}/u) du$$

y de otras funciones relacionadas con la precedente para componentes reales y para componentes complejos del argumento

$$z = x + iy$$

La primera de las precitadas Tablas consta de cuatro secciones. En la primera de ellas el valor de  $x$  crece de dos en dos centésimas desde el valor  $x = 0$  hasta el de  $x = 1$ . El valor de  $y$  crece en esta sección de 2 en 2 centésimas desde  $y = 0$  hasta  $y = 10$ . En la segunda sección de esta Tabla crece el valor de  $x$  de 2 en 2 centésimas desde  $x = 1$  hasta  $x = 2$ . El valor de  $y$  crece en esta sección de 2 en 2 centésimas desde  $y = 0$  a  $y = 10$ . En la tercera sección de esta Tabla el valor de  $x$  crece de 2 en 2 centésimas desde  $x = 2$  hasta  $x = 3$ . El de  $y$  crece de 2 en 2 centésimas desde  $y = 0$  hasta  $y = 10$ . En la cuarta sección de esta Tabla el valor de  $x$  crece de dos en dos centésimas entre los valores 3 y 4. El de  $y$  crece de 2 en 2 centésimas entre los valores 0 y 10.

La segunda de las Tablas da los valores de la función  $E_1(z) + \log_e z$ . En ella los valores de  $x$ ,  $y$  los de  $y$  crecen de 2 en 2 centésimas desde  $x$  y  $y$  igual a 0 hasta los de  $x$  y  $y$  igual a 1.

La tercera de las Tablas da los valores de la función

$$e^z E_1(z)$$

En ella crecen los valores de  $x$  en una décima entre los valores 4 y 10. Los de  $y$  crecen en esta Tabla de 5 en 5 centésimas entre los valores cero y diez.

La cuarta de las Tablas da los valores de la función  $E_1(z)$  para valores de  $z$

$$z = -x + iy.$$

Da también esta cuarta Tabla los valores de la función  $E_1(z) + \log_e z$  para valores de  $x$  que crecen en una décima desde  $-x = 0$  hasta  $-x = 1$ . Los de  $y$  crecen también en 1 décima dentro de los mismos límites.

La quinta de las Tablas da los valores de la función  $e^z E_1(z)$  para valores de  $x$  y  $y$  que crecen en una décima de 0 a 20.

En la Tabla suplementaria da los valores de la función  $e^z E_1(z)$  para  $z = -x + iy$ . Publica esta Tabla dos secciones. En la primera da los valores de

—x desde el valor cero hasta el de 4,5 creciendo de 5 en 5 décimas; los de y van de cero a diez y crecen de 5 en 5 décimas.

En la segunda sección de esta Tabla da los valores de la misma función para valores negativos de x comprendidos entre 4,5 y 10 creciendo de 5 en 5 décimas. Los de y van en esta segunda sección desde cero a diez y crecen de 5 en 5 décimas.—HONORATO DE CASTRO.

### LIBROS RECIBIDOS

En esta sección se dará cuenta de todos los libros de que se envíen 2 ejemplares a la Dirección de CIENCIA (Apartado postal 21033). México 1, D. F.

HORSFALL, J. G. y A. E. DIMOND, eds., *Plant pathology: an advanced treatise, The diseased plant*, Vol. 1, XIV + 674 pp., ilustr. Academic Press Inc., Publ. Nueva York, 1959 (22 dólares).

LI, H. L., *The garden flowers of China*, VI + 240 pp., 50 figs., 18 láms. *Chronica Botanica*, N° 19. The Ronald Press Co. Nueva York, 1959 (6,50 dólares).

CODELL, M., *Analytical chemistry of Titanium metals and compounds*, XIII + 378 pp., ilustr. *Chemical Analysis*, Vol. IX. Interscience Publishers, Inc. Nueva York, 1959 (12 dólares).

GALANTER, E., *Automatic teaching: the state of the art*, VIII + 198 pp., 8 figs. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1959 (3,25 dólares).

MIDDLETON, H. K., *Hydraulic Research in the United States*, VIII + 188 pp., Nat. Bur. of Stand., Misc. Publ. 227. Washington, D. C., 1959 (1,25 dólares).

ONCLEY, J. L. et al., eds., *Biophysical science. A study program*, VIII + 568 pp., 27 illustr. Review of Modern Physics y John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1959 (6,50 dólares).

RILEY, CH. M., *Our mineral resources*, X + 338 pp., 102 figs. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1959 (6,95 dólares).

BUCAY, B., *Matemáticas superiores aplicadas*, VIII + 409 pp., ilustr. Editorial Química, S. A. México, D. F., 1959 (60 pesos).

WHYTE, C. V., *Principles of radiation dosimetry*, VII + 124 pp., ilustr. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1959 (7 dólares).

NACHMANSOHN, D., *Chemical and molecular basis of nerve activity*, XI + 235 pp., ilustr. Academic Press, Inc. Nueva York, 1959 (7,50 dólares).

STEWART, F. C., *Plant physiology, a treatise, Vol. II. Plants in relation to water and solutes*, XVII + 758 pp., ilustr. Academic Press, Inc. Nueva York, 1959 (22 dólares).

*Annual Reports on the progress of Chemistry for 1958*, Vol. LV, VI + 527 pp., ilustr. Publ. por The Chemical Society. Londres, 1959 (40 chelines).

*Medical Education, Annotated Bibliography 1946-1955*, 391 pp. World Health Organization. Ginebra, 1958 (20 francos suizos).

*World Directory of Medical Schools*, 314 pp. World Health Organization. Ginebra, 1957 (15 francos suizos).

*Catalogue des publications de l'Organisation Mondiale de la Santé 1957-1958*, 81 pp. Organisation mondiale de la Santé. Ginebra, 1959.



# Revista de revistas

## VIRUS

Estructura de poliedros citoplásmicos de algunos lepidópteros. BERGOLD, G. H. y J. SUTER. On the structure of cytoplasmic Polyhedra of some Lepidoptera. *Journ. Ins. Path.*, 1: 1-14, 1959.

Empleando la fijación con ácido ósmico regulada con Veronal a pH 7.0 y la fijación con permanganato al 0.6%, regulada con Veronal-acetato a pH 7.5, los autores obtienen preparaciones de "poliedros" que, al microscopio electrónico muestran estructuras características.

La fijación con ácido ósmico demuestra la malla molecular de los "poliedros" nucleares, como puede verse en las fotografías presentadas por los autores. Asimismo, es ofrecida una serie de fotografías electrónicas que muestran la malla molecular de poliedros citoplásmicos de tres diferentes insectos (*Bombyx mori*, *Arctia villica* y *Dasychnira pudibunda*), con 74, 53 y 57A respectivamente entre los centros de las moléculas, con paquetes moleculares probablemente cúbicos. No parece haber indicación de la existencia de una membrana limitante.

La fijación con permanganato no ofrece tan buenos resultados como el ácido ósmico, aun cuando con esta técnica puede observarse un área traslúcida alrededor de cada partícula viral, cuando se trata de poliedros nucleares. Para poliedros citoplásmicos, es mejor la utilización de permanganato. Puede observarse algo de la estructura de las partículas virales: son esferas con un diámetro de 40-60 mμ con una periferia densa al paso electrónico y un centro obscuro.—L. E. SÁNCHEZ-TORRES.

## ENTOMOLOGÍA AGRÍCOLA

Enfermedades y plagas del frijol en México. YERRES, JR., W., A. CRISPIN y D. BARNES. Oficina de Estudios Especiales. Foll. de Divulg. No. 29: 1-39, 20 figs. México, D. F., 1959.

El frijol es uno de los cultivos más afectados por el ataque de plagas y enfermedades, hasta el punto de que el rendimiento promedio que se obtiene en México es realmente bajo.

El folleto aquí comentado, forma parte del plan de la Oficina de Estudios Especiales para mejorar las técnicas de cultivo, el combate de plagas, y otros aspectos de los cultivos básicos de México. En este trabajo se estudian las enfermedades y plagas del frijol, indicando en cada caso los agentes causantes, los síntomas de los trastornos, y las medidas de lucha.

El capítulo referente a plagas se divide en dos: plagas que atacan al frijol en el campo y plagas que atacan la semilla almacenada. En el campo, los daños son ocasionados principalmente por chicharras (*Empoasca* spp.), conchuela (*Epilachna varivestis* Muls.), picudo del ejote (*Apion godmani* Wagn.) y doradilla (*Diabrotica* spp.). En el frijol almacenado, las ratas y los gorgojos (*Acanthoscelus obtectus* (Say) y *Spermophagus* sp. causan graves daños, por lo que deben ser considerados tan per-

judiciales como las plagas que atacan a la planta en el campo.

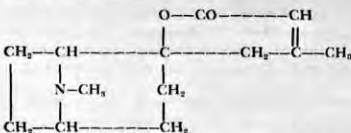
Para el combate de los gorgojos del frijol almacenado, no se recomienda la aplicación de insecticidas en la semilla destinada a la alimentación, que representa el mayor porcentaje de la cosecha. Los autores (siguiendo el criterio mantenido en trabajos anteriores de la Oficina de Estudios Especiales) a falta de una reglamentación oficial de los límites de tolerancia de insecticidas residuales, no recomiendan ningún producto de este tipo en el grano destinado a la alimentación. Si bien en esta forma se salvaguarda, por lo menos teóricamente, la salud del público consumidor, en muchos casos ocurre algo muy distinto. El agricultor, e incluso algunas instituciones oficiales, que ven perderse por ataques de insectos su semilla almacenada, se encuentran obligados a tratarla sin contar con una guía técnica, aplicando muchas veces productos y dosis por completo inadecuados.

Es de esperarse que lo antes posible se establezca una reglamentación que fije los residuos tóxicos tolerables de insecticidas (especialmente lindano, DDT, malatión y diazinón) en los productos alimenticios. Contando con esta reglamentación, que existe en la mayor parte de los países, se tendrá una base legal y técnica para determinar qué insecticidas y en qué cantidad se pueden aplicar en los granos y semillas almacenados.—[Oficina de Estudios Especiales (S. A. G.), México, D. F.].—GONZÁLO HALFFTER.

## ALCALOIDES

Un alcaloide de *Dioscorea hispida*, Dennstedt. V. Degradación del dioscorinol. JONES, J. B. y A. R. PINDER. An alkaloid of *Dioscorea hispida*. Part V. The degradation of dioscorinol. *J. Chem. Soc.*, pág. 615. Londres, 1959.

Demuestran que la cetobase obtenida por degradación del dioscorinol es una tropanona-2 en lugar de una tropanona-6 como habían propuesto otros autores. En consecuencia, deducen la estructura de la dioscorina en la siguiente forma:



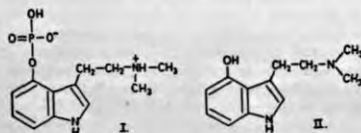
Discuten la estereoquímica del alcaloide y dan la conformación más probable.—(Lab. invest., Parke, Davis, Hounslow, Middlesex).—F. GIRAL.

Identificación de la psilocina. HOFMANN, A. y F. TROXLER. Identifizierung von Psilocyn. *Exper.*, 15: 101. Basilea, 1959.

En los extractos alucinógenos de hongos mexicanos de los géneros *Psilocybe* y *Stropharia* (familia *Strophariaceas*), el principio activo psilocibina va siempre acom-



pañado de una sustancia secundaria que han denominado psicocina. Ahora dan cuenta de la estructura de esta psicocina que resulta ser 4-oxi-dimetiltriptamina (II), es decir, la misma psicobina (I) desfosforilada. Como quiera que la psicocina tiene el mismo efecto psicotrópico que la psicobina, deducen que para la acción alucinógena no se necesita la presencia del ác. fosfórico.

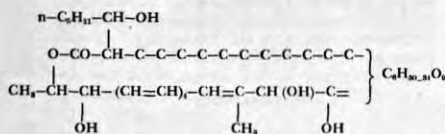


(Lab. quím. farmaceut. Sandoz, Basilea).—F. GIRAL.

### ANTIBIOTICOS

El esqueleto carbonado de la lagosina (Antibiótico A 246). DHAR, M. L., V. THALLER, M. C. WHITING, R. RVHAGE, S. STÄLLBERG-STENHAGEN y E. STENHAGEN, The carbon skeleton of lagosin (antibiotic A 246). *Proc. Chem. Soc.*, pág. 154. Londres, 1959.

Por distintos métodos de degradación llegan a determinar la estructura parcial que se indica para el nuevo antibiótico llamado lagosina.



Las valencias libres en los once carbonos indicados sólo deben saturarse con átomos de hidrógeno o de oxígeno.—(Lab. Dyson Perrin, Univ. Oxford; Karolinska Inst., Estocolmo e Insts. invest. médica, Göteborg y Upsala).—F. GIRAL.

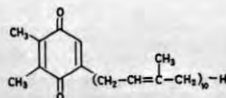
### FITOQUIMICA

Estructura de una quinona vegetal con cadena lateral isoprenoide. KOFLER, M., A. LANGEMANN, R. RÜEGG, L. H. CHOPAR-DIT-JEAN, A. RAYROUD y O. ISLER, Die Struktur eines pflanzlichen Chinons mit isoprenoider Seitenkette. *Helv. Chim. Acta*, 42: 1283. Basilea, 1959.

Tratando de aislar la vitamina K<sub>1</sub> de las hojas, se habían encontrado con un compuesto muy semejante que da reacciones parecidas. Ha resultado ser una sustancia muy extendida en las hojas de las plantas superiores en las que se encuentra en una proporción que va desde 3,5 g/Kg materia seca en el castaño de Indias

hasta 0,2 g/Kg (espinacas, olivo, girasol). Presentan una tabla con los contenidos de hojas muy variadas. Se trata de una sustancia de p.f. 46-80°, fórmula C<sub>29</sub>H<sub>46</sub>O<sub>2</sub>.

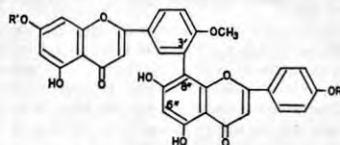
Por degradación demuestran su estructura como la de una o-dimetil-p-benzoquinona, con una cadena lateral isoprenoide de 50 carbonos, similar a la de la vitamina K<sub>2</sub>.



(Lab. investigac. F. Hoffmann-La Roche and Co., AG, Basilea).—F. GIRAL.

Biflavonilos, nueva clase de productos naturales. Estructuras de glingketina, iso-glingketina y esciadopitinsina. BAKER, W., A. C. M. FINCH, W. D. OLLIS y K. W. ROBINSON, Biflavonols, a new class of natural product. *Proc. Chem. Soc.*, pág. 91. Londres, 1959.

Desde 1932 se conoce la glingketina como colorante amarillo extraído de las hojas de otoño de *Ginkgo biloba*, con fórmula C<sub>28</sub>H<sub>30</sub>O<sub>10</sub>, p.f. 342-4° y propiedades flavonoides. Hasta ahora se habían sugerido estructuras inaceptables. Revisando la sustancia encuentran que está acompañada de un isómero, la iso-glingketina (p.f. 355°) que producen el mismo éter tetrametilico que su isómero, pero ambos dan distintos tetracetatos. Nuevos estudios de degradación sobre ambos compuestos demuestran la presencia de dos núcleos flavonoides unidos entre sí pero sin acciones mutuas, por haber aislado un ácido dicarboxílico derivado del difenilo. Entre tanto, autores japoneses han aislado otro pigmento amarillo, la esciadopitinsina, de *Sciadopitys verticillata*, con propiedades muy similares a las glingketinas y que produce un éter trimetilico idéntico al éter tetrametilico de la glingketina. La unión de los dos grupos flavonoides puede realizarse entre 3' y 6'' o entre 3' y 8''; los autores se inclinan por esta última posibilidad y sugieren la fórmula adjunta para este nuevo tipo de colorantes naturales, cuyo grupo designan con el nombre común de *biflavonilos*. En la fórmula general, la glingketina tiene R = H y R' = CH<sub>3</sub>, la iso-glingketina R = CH<sub>3</sub> y R' = H y la esciadopitinsina R = R' = CH<sub>3</sub>.



((Universidad de Bristol).—F. GIRAL.

---

# THE PFAUDLER COMPANY

ROCHESTER, NUEVA YORK



## Equipos de Proceso Pfaudler Vidriado

Desde 5 hasta 5 000 galones de capacidad



*"La superficie lisa e inerte de los reactores Pfaudler Vidriados elimina adherencias, evita la corrosión, facilitando el proceso de fabricación, manteniendo la pureza del producto".*

Resistencia a la corrosión. Para procesos químicos, farmacéuticos y para la preparación de productos alimenticios.

Son los únicos equipos que conservan la pureza del producto en proceso, evitando la contaminación y las reacciones colaterales de carácter catalítico.



## Bezaury, S. A.

Representantes en la República Mexicana de  
THE PFAUDLER COMPANY

TELS.: { 16 - 46 - 37  
16 - 50 - 05  
16 - 17 - 70

3ª Calle de Lago Xochimilco, 121  
Colonia Anáhuac  
México 17, D. F.

---

# CIENCIA

Del volumen I completo de CIENCIA no queda sino un número reducidísimo de ejemplares, por lo que no se vende suelto.

La colección completa, formada por los diecisiete volúmenes I (1940) a XVIII (1958) vale \$1 250  $\frac{m}{n}$  (125 dólares U. S. A.).

La misma colección, sin el volumen I, o sean los volúmenes II (1941) a XVIII (1958), vale \$1 000  $\frac{m}{n}$  (105 dólares).

Los volúmenes sueltos II (1941) a XVIII (1958), valen cada uno \$ 50,00  $\frac{m}{n}$  (7,50 dólares).

Los números sueltos valen \$ 6,00  $\frac{m}{n}$  (1 dólar).

Número doble \$ 9,50  $\frac{m}{n}$  (1,50 dólar).

Subscripción anual \$ 40,00  $\frac{m}{n}$  (6 dólares).

Pedidos a: CIENCIA, Apartado Postal 21033. México 1, D. F.

Depósito de la Revista: Abraham González 67, México 1, D. F.

## ZOOLOGICAL RECORD

El *Zoological Record*, que se publica cada año por la Sociedad Zoológica de Londres, y analiza todos los trabajos zoológicos que aparecen en el mundo, puede adquirirse al precio de 6 libras esterlinas (unos 240 pesos mexicanos). Si el importe de la suscripción se envía antes del 1º de julio se obtiene una reducción quedando rebajado a 5½ libras (220 pesos).

Son muchos los zoólogos especializados que no desean adquirir el *Record* completo, y en cambio están muy interesados por las partes referentes al grupo o grupos en que se han especializado, a más de las de carácter general, y por ello el *Record* se vende en partes aisladas, cuyos precios son los siguientes (incluidos en cada uno el costo de envío):

|                        |          |      |                                            |          |      |
|------------------------|----------|------|--------------------------------------------|----------|------|
| Zoología general ..... | chelines | 2 9  | Trilobita .....                            | chelines | 3 3  |
| Protozoa .....         | "        | 7 10 | Arachnida .....                            | "        | 7 11 |
| Porifera .....         | "        | 2 3  | *Insecta .....                             | "        | 30 6 |
| Coelenterata .....     | "        | 4 3  | Protochordata .....                        | "        | 2 3  |
| Echinoderma .....      | "        | 2 9  | Pisces .....                               | "        | 7 4  |
| Vermes .....           | "        | 10 5 | Amphibia y Reptilia .....                  | "        | 7 10 |
| Brachiopoda .....      | "        | 3 3  | Aves .....                                 | "        | 7 10 |
| Bryozoa .....          | "        | 2 3  | Mammalia .....                             | "        | 7 10 |
| Mollusca .....         | "        | 10 5 | Lista de nuevos géneros y subgéneros ..... | "        | 3 3  |
| Crustacea .....        | "        | 5 4  |                                            |          |      |

\* La parte de Insectos puede obtenerse sólo del Commonwealth Institute of Entomology, 41, Queen's Gate, Londres, S. W. 7.

Las suscripciones a grupos diversos (excepto los Insecta) y otras informaciones referentes al *Zoological Record* deben ser dirigidas a The Secretary, Zoological Society of London, Regent's Park, Londres, N. W. 8.

---

## EDITORIAL DR. W. JUNK

Publica valiosas obras científicas entre las que figuran las siguientes:

Bodenheimer, F. S., *Citrus Entomology, in the Middle East*, XII+663 pp., ilustr., 1951.

Bodenheimer, F. S., *Insects as human food, a chapter of ecology of Man*, 352 pp. ilustr., 1951.

Arrow, G. J., editado por W. D. Hincks, *Horned Beetles, a Study of the Fantastic in Nature*, 154 pp., 15 láms., 1951.

Croizat, L., *Manual of Phytogeography*, VIII+587 pp., 105 mapas, 1 fig., 1952.

Editores de la revista "Materiae Vegetabilis", que aparece trimestralmente desde 1952 y es órgano de la Comisión Internacional de Materia Prima Vegetal

Diríjanse los pedidos a: Uitgeverij Dr. W. Junk, Van Stolkweg

La Haya (Holanda).

---

---

## CIENCIA E INVESTIGACION

Revista mensual de divulgación científica patrocinada por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

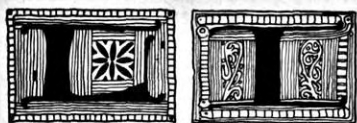
### REDACCION:

EDUARDO BRAUN MENENDEZ, VENANCIO DEULOFEU, ERNESTO E. GALLONI,  
HORACIO J. HARRINGTON, JUAN T. LEWIS, LORENZO R. PARODI

AVENIDA ROQUE SAENZ PEÑA 555 4º PISO. BUENOS AIRES  
ADMINISTRACION Y DISTRIBUCION

SUSCRIPCION ANUAL EN ARGENTINA: 30 PESOS Mon. Nac.  
EXTERIOR: 5 Dólares

---



**LIBRERÍA  
INTERNACIONAL**  
~AV. SONORA 206~  
**MEXICO 11, D.F.**  
**MEXICO TEL. 14-38-17**

**DEPARTAMENTO  
CIENTIFICO**

Teléfono directo 25-20-50

Horario:

Lunes,  
Martes,  
Jueves y  
Viernes de 10 a 18.30 hs.

Miércoles y  
Sábados de 10 a 20 hs.

---

---

# REVISTA

*de la*

**SOCIEDAD**

**QUIMICA**

*de*

**MEXICO**

Las personas interesadas en recibir la Revista pueden solicitarla a la  
Sociedad Química de México,  
por el Apartado postal 32306.

México, D. F.

---



---

# CIENCIA

*Revista hispano-americana de Ciencias puras y aplicadas*

## TRABAJOS QUE SE PUBLICARAN EN EL NUMERO 11-12 DEL VOLUMEN XIX DE CIENCIA Y SIGUIENTES:

- MODESTO BARGALLO, *Ideas e investigaciones clásicas y modernas sobre la composición y estructura del ácido sulfúrico y sus soluciones. II. Investigaciones actuales sobre la arquitectura del ion sulfato y sobre la constitución del ácido sulfúrico y sus soluciones (Conclusión).*
- JOSE SOSA-MARTINEZ y EDWIN H. LENNETTE, *Sobre un antígeno soluble, del virus del herpes simple.*
- C. CARVAJAL y W. ROJAS SIERRA, *Síntesis de tuberculostáticos potenciales. III. Preparación de la bis-I(p-acetilamino-benzaldehído)-4-(D<sup>3</sup>-tiosemicarbazona)-I-difenilsulfona.*
- E. FORREST GILMOUR, *On the neotropical Acanthocinini, IX (Coleopt., Cerambyc., Laminae).*
- GEO. BORSTROM, *El valor nutritivo de la pesca en Iberoamérica.*
- OSCAR V. DOMINGUEZ, *Detección cuantitativa de esteroides-C<sup>19</sup> en papel cromatográfico.*
- JOSEF BROZEK, *Estudios experimentales sobre el impacto de la dieta deficiente en el comportamiento.*
- JOSE ERDOS, FELIPE ARNOLDO RAMIREZ y JUANA VILLALBAZO, *II. Sobre dos plantas mexicanas en relación con sus ácidos grasos como alimentos.*
- DOROTHY M. SMITH, *Esterilización en frío de productos alimenticios y farmacéuticos.*
- CONSOLACION NUNEZ C., RENE O. CRAVIOTO, GUILLERMO MASSIEU H., JESUS GUZMAN G., *Contribución al estudio de algunos métodos de extracción y liberación de riboflavina y niacina para su análisis en alimentos.*
- H. KLINGE, *Los suelos negros (Tierra Negra) sobre la serie superior de los Estratos de San Salvador, El Salvador (C. A.).*
- JOHN A. ZDERIC y ALBERT BOWERS, *Experimentos sobre la síntesis de derivados 16 $\alpha$ -hidroxí de la serie del androstano.*
- EDUARDO CABALLERO y C. y ROBERT G. GROCOTT, *Helminths de la República de Panamá. XXIII. Estudio de dos tremátodos de murciélagos, con descripción de una nueva especie.*
- ANTONIO MARTINEZ, *Un nuevo género de Cyclocephalini (Col., Scarab. Dynastinae).*
-

**RESISTENCIA  
Y ESBELTEZ**

**CON ACERO  
ESTRUCTURAL**

Estructura  
Fabricada por

**ESTRUCTURAS  
BARGO, S. A.**

con  
materiales  
de la

TORRE DE  
TELEVICENTRO



MEXICO, D. F.

**CIA. FUNDIDORA DE FIERRO Y  
ACERO DE MONTERREY, S. A.**

Oficinas de Ventas: Balderas 68, México 1, D. F.

Fabrica: Calzada Adolfo Prieto al Oriente Monterrey, N. L.